



DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Espacio académico

Facultad de Contaduría y Administración

Programa educativo

Licenciatura en Contaduría

Unidad Aprendizaje

Nombre	Clave
Mercado de Derivados	L30152

Título de la antología

Perfiles sobre Administración de Riesgos

Responsables de la compilación

Lizola Margolis Pedro Enrique (Autor)
Cernas Ortiz Daniel Arturo (Coautor)
Jaramillo Benhumea Efraín (Coautor)
Martínez Garduño Yenith (Coautor)
Valdez Medina Filiberto (Coautor)

Septiembre de 2015

CONTENIDO

I. Organización del material y su relación con contenidos de la U.A.	1
1.1 Presentación	1
1.2 Mapa curricular.....	2
1.3 Programa de estudios: Mercado de Derivados	3
1.4 Actividades planeadas.....	5
II. Exposición al riesgo	6
2.1 El valor de un activo	6
2.2 Concepto de riesgo	7
2.3 Clasificación de riesgos financieros.....	8
2.4 El proceso de administración de riesgos	11
2.5 Evaluación del riesgo a través del VaR	13
2.6 Conceptos fundamentales de estadística	17
2.7 Teoría de la cartera	27
2.8 El modelo de valuación de activos de capital (CAPM)	34
2.9 Aplicaciones del VaR.....	46
III. MexDer y Asigna.....	50
3.1 Mercado de derivados	50
3.2 La bolsa de derivados de México (MexDer).....	53
3.3 La Cámara de Compensación (Asigna)	54
IV. Productos derivados	56
4.1 Márgen (Aportación Inicial Mínima)	57
4.2 Cámara de Compensación	57
4.3 Tipos de Derivados.....	59
4.4 Estrategias con Futuros.....	61
4.5 Indicadores de sensibilidad en Futuros	62
4.6 Futuros en el Mercado Mexicano de Derivados.....	63
4.7 Opciones	66
4.8 Prima.....	67
4.9 Indicadores de sensibilidad para las Opciones.....	70
Índice de tablas y figuras	72
Tablas	72
Figuras	72
Bibliografía base para la compilación.....	73
Apéndices	74
Apéndice 1. Desastres financieros	74
Apéndice 2. Acuerdo de Basilea.....	80
Apéndice 3. Recomendaciones del Grupo G-30.....	81
Apéndice 4. Métodos de evaluación del riesgo para portafolios de inversión	83
Apéndice 5. Aplicaciones complementarias del VaR	87

I. ORGANIZACIÓN DEL MATERIAL Y SU RELACIÓN CON CONTENIDOS DE LA U.A.

1.1 PRESENTACIÓN

En el área económico-administrativa, la función financiera es tradicionalmente uno de los componentes más sólidos dentro de una buena estrategia empresarial. Dados los constantes cambios en el entorno, se hace necesario abordar muchas de las prácticas financieras con un espíritu crítico, que nos permita construir un marco de referencia y generar los instrumentos de análisis e información que coadyuven en la toma de decisiones.

El presente documento didáctico, tiene la finalidad de servir como marco de referencia académico en la asignatura de *Mercado de Derivados* del plan de estudio de licenciatura que ofrece la Facultad de Contaduría Administración e Informática de la Universidad Autónoma del Estado de México.

El material forma parte de un paquete diseñado con la participación de académicos especializados en el área y que consiste en una amplia gama de temas relacionados con diferentes problemas en materia de administración de riesgos a partir de la selección bibliográfica de autores líderes en la materia así como con información actualizada de la página del MexDer (Mercado de Derivados) lo que permite apoyar el marco teórico de los cursos de referencia y ofrecer un valor agregado al proceso de formación del alumno en los niveles de licenciatura en Contaduría y en Administración en su visión gerencial.

Finalmente, este material proporciona amplias oportunidades de sinergia en la integración futura y tránsito académico a los programas de maestría que ofrece el área de posgrado de nuestra Facultad.

1.2 MAPA CURRICULAR



1.3 PROGRAMA DE ESTUDIOS: MERCADO DE DERIVADOS

Programa Educativo: Licenciatura en Contaduría.				Área de docencia: Academia de Contabilidad de Costos.				
Aprobación por los H.H. Consejos Académico y de Gobierno		Fecha:		Programa elaborado por: MAE Pedro Lizola Margolis M en Aud. Leticia Carolina Cortés López Programa revisado por: Ma. del Rosario Demuner Flores MAE Pedro Lizola Margolis			Fecha de elaboración : 20 de julio de 2005. Fecha de revisión 15 de junio de 2006	
Clave	Horas de teoría	Horas de práctica	Total de horas	Créditos	Tipo de Unidad de Aprendizaje	Carácter de la Unidad de Aprendizaje	Núcleo de formación	Modalidad
L30152	2	2	4	6	Curso Teórico práctico	Obligatorio	Sustantivo	Presencial
Prerrequisitos (Conocimientos Previos): de matemáticas financieras, mercados financieros y estadística					Unidad de Aprendizaje Antecedente: Ninguna.	Unidad de Aprendizaje Consecuente: Ninguna.		

Propósito

La unidad de aprendizaje *Mercado de derivados* tiene el propósito proporcionar al alumno los conceptos básicos sobre la estructura y funcionamiento del Mercado de derivados en México, así como la teoría sobre la administración del riesgo inherente a la toma de decisiones financieras y los instrumentos de cobertura correspondientes.

Unidad de competencia I

Identificar y medir la exposición al riesgo que enfrenta un ente económico ante la volatilidad de las variables financieras que afectan su operatividad.

Elementos de competencia: Conocimientos

Conceptos generales. Rendimiento. Medición de riesgo. Distribución normal. Intervalos de confianza. Distribución normal estandarizada. Volatilidad histórica. Volatilidad dinámica (suavizamiento exponencial). Valor en riesgo. Cálculo de valor en riesgo.

Criterios de desempeño

- A partir de identificar las generalidades de la administración de riesgos, aplicar los fundamentos y principios estadísticos relacionados con la medición cuantitativa del riesgo.
- Identificar las diferentes técnicas que permiten estimar la volatilidad de una variable financiera durante un periodo de tiempo determinado.

- Analizar los conceptos básicos del valor en riesgo (VaR) y las principales técnicas para su cálculo, desde la perspectiva de un activo individual como en el contexto de un portafolio de activos.

Unidad de competencia II

Conocer la estructura y funciones de la Bolsa de Derivados (MexDer), su Cámara de compensación (Asigna) y su normatividad como reglas básicas y disposiciones de carácter prudencia.

Elementos de competencia: Conocimientos

Mercados organizados. Mercados no organizados. MexDer, Mercado Mexicano de Derivados. Asigna, compensación y liquidación. Socios liquidadores. Operadores.

Criterios de desempeño

- A partir de identificar la estructura de la Bolsa Mexicana de Derivados, analizar sus funciones, normatividad básica y disposiciones de carácter prudencial.

Unidad de competencia III

Estudiar el marco teórico de los productos derivados y las principales características, operatividad y técnicas de evaluación de los contratos de Futuros y Opciones listados en MexDer.

Elementos de competencia: Conocimientos

Los contratos adelantados y los futuros. Determinación del precio de los futuros. Futuros sobre índices accionarios. Futuros sobre tipo de cambio. Futuros sobre tasa de interés. Introducción a las opciones. Fundamentos en la valuación de Opciones.

Estrategias de inversión y control de riesgos de Opciones. Criterios de desempeño

- Investigar y analizar el marco teórico de los productos derivados y las principales características, operatividad y técnicas de evaluación de los contratos de Futuros.

- Investigar y analizar el marco teórico de los productos derivados y las principales características, operatividad y técnicas de evaluación de los contratos de Opciones listados en MexDer.

1.4 ACTIVIDADES PLANEADAS

Para el desarrollo de las unidades de aprendizaje se realizarán una serie de actividades cuyo eje conductor será la participación activa en el estudio de la teoría y su aplicación en los diversos materiales. La mecánica a seguir en cada tema y subtema será la siguiente:

- Estudio del marco teórico. Lectura, análisis y reflexión del material bibliográfico y/o notas académicas proporcionadas.
- Investigación en internet sobre tópicos especiales de profundización.
- Solución de problemas y ejercicios seleccionados.
- Autoevaluación para verificar el aprendizaje y, de ser necesario, se vuelva a revisar los elementos que consideren necesarios.
- Desarrollo de un resumen del subtema atendiendo las reglas e hilo conductor establecido para tal efecto.

II. EXPOSICIÓN AL RIESGO

2.1 EL VALOR DE UN ACTIVO

En finanzas, la medida del valor de un activo es el precio que obtendría si se vendiera en un mercado competitivo. La capacidad para valuar activos de manera exacta es una parte medular de la disciplina de las finanzas, porque mediante la selección de la alternativa que maximiza el valor se pueden tomar muchas decisiones.

La ley del precio único establece que en un mercado competitivo, si dos activos son equivalentes, tenderán a tener el mismo precio. La ley se aplica mediante un proceso llamado arbitraje, que es la compra y la venta inmediata de activos equivalentes para poder ganar una utilidad segura a partir de la diferencia de sus precios. Incluso si el arbitraje no se puede realizar en la práctica para aplicar la ley del precio único, aún se pueden deducir los valores desconocidos de activos a partir de los precios de activos similares cuyos precios se conocen.

El método cuantitativo usado para deducir el valor de un activo a partir de la información acerca de los precios de activos similares se conoce como modelo de valuación. El modelo de valuación más conveniente dependerá de la información disponible y del uso pretendido del valor estimado. El valor en libros de un activo o un pasivo, como aparece registrado en los estados financieros de la empresa, a menudo es diferente de su valor de mercado actual.

Para tomar la mayoría de las decisiones financieras, una buena idea es partir del supuesto de que para los activos que se compran y venden en mercados competitivos, el precio es un reflejo bastante exacto del valor fundamental. Por lo general, este supuesto está justificado precisamente porque existen muchos profesionales bien informados en busca de activos con precios mal valuados y que obtienen utilidades eliminando las diferencias entre los precios de mercado y los valores fundamentales de activos. La aseveración de que el precio actual de un activo refleja plenamente toda la información pública (y alguna privada) disponible

acerca de los fundamentos económicos futuros que afectan el valor del activo, se conoce como hipótesis de mercados eficientes.

Los precios de activos negociados reflejan información acerca de los determinantes económicos fundamentales de su valor. Los analistas buscan continuamente activos cuyos precios son diferentes de su valor fundamental para comprar y vender estas "oportunidades". Al decidir la mejor estrategia para la compra y venta, se tiene que evaluar la exactitud de su información. El precio de mercado de un activo refleja el promedio ponderado de las opiniones de todos los actores, dando más peso a aquellos analistas que controlan grandes sumas de dinero y quienes tienen información superior al promedio.

2.2 CONCEPTO DE RIESGO

De acuerdo a Jorion (2009), el *riesgo* puede ser definido como la volatilidad de los flujos financieros no esperados, generalmente derivada del valor de los activos o los pasivos. Las empresas están expuestas a tres tipos de riesgos: de negocios, estratégicos y financieros.

La *aversión al riesgo* es una característica de las preferencias de un individuo en situaciones de toma de riesgo. Es una medida de la disposición de una persona para pagar con tal de reducir la exposición al riesgo. Al evaluar las compensaciones entre costos y beneficios de la reducción del riesgo, la gente adversa al riesgo prefiere las alternativas de menor riesgo por el mismo costo.

Los *riesgos financieros* –objeto de estudio en este material– están relacionados con las posibles pérdidas en los mercados financieros. Los movimientos en las variables financieras, tales como las tasas de interés y los tipos de cambio, constituyen una fuente importante de riesgos para la mayoría de las empresas.

En esencia, el riesgo es la probabilidad de observar rendimientos distintos a los esperados, es decir, "...la dispersión de resultados inesperados ocasionada por movimientos en las variables financieras."¹

La exposición a riesgos financieros puede ser optimizada de tal manera que las empresas puedan concentrarse en lo que es su especialidad: administrar su exposición a los riesgos de negocio.

Cuando hablamos de riesgo, estamos hablando de incertidumbre porque no sabemos si un mercado va a subir o bajar. Un entendimiento cabal del riesgo permite de anticiparse a posibles resultados adversos y sus consecuencias y, de este modo, estar mejor preparados para enfrentar la incertidumbre futura sobre las variables que puedan afectar sus resultados.

2.3 CLASIFICACIÓN DE RIESGOS FINANCIEROS²

Existen diferentes naturalezas de riesgos, las cuales pueden ser clasificadas en las siguientes categorías³:

- *Riesgo de mercado* (subyacente, tasa de interés, tipo de cambio, precio commodities). Se entiende como la pérdida que puede sufrir un inversionista debido a la diferencia en los precios que se registran en el mercado o en movimientos de los llamados factores de riesgo (tasas de interés, tipos de cambio, etcétera). También podríamos definirlo más formalmente como la posibilidad de que el valor presente neto de un portafolio se mueva adversamente, ante cambios en las variables macroeconómicas que determinan el precio de los instrumentos que componen una cartera de valores.
- *Riesgo de crédito* (contraparte y emisor). Se podría definir como la pérdida potencial que es consecuencia de un incumplimiento de la contraparte en una operación que incluye un compromiso de pago.

¹ Jorion, Philippe. Value at Risk: The New Benchmark for Controlling Derivates Risk, Mc Graw Hill, 1997, E.U.A., p.63.

² Fuente: http://www.condusef.gob.mx/cultura_financiera/finanzas_personales/riesgos_fin.html

³ Gary L. Gastineau

- *Riesgo de tasas de interés y liquidez.* Se refiere a las pérdidas que puede sufrir una institución por movimientos adversos en tasas de interés. El riesgo de liquidez también se refiere a la imposibilidad de transformar en efectivo un activo o portafolios (imposibilidad de vender un activo en el mercado). Este riesgo está presente en situaciones de crisis cuando en los mercados únicamente hay vendedores pero no compradores.
- *Riesgo legal.* Se refiere a la pérdida que se podría sufrir en caso de que exista incumplimiento de una contraparte y en esa transacción no se pudiera exigir por la vía jurídica, cumplir con los compromisos de pago. Se refiere a operaciones que tengan algún error de interpretación jurídica o alguna omisión en la documentación.
- *Riesgo operativo* (transferencia de dinero, evaluación, sistemas, compensación). Es un concepto muy amplio y está asociado a fallas en los sistemas, procedimientos, en los modelos o en las personas que manejan dichos sistemas. También está asociado a pérdidas por fraudes o por falta de capacitación de algún empleado en la organización.

También se atribuye este tipo de riesgo a las pérdidas en que puede incurrir una empresa o institución por la eventual renuncia de algún empleado o funcionario de la misma, que durante el período en que laboró en dicha empresa, concentró todo el conocimiento especializado en algún proceso clave.

Dos casos de pérdidas con derivados fueron las causaron la disolución del banco británico Barings en 1995 y la crisis de Comercial Mexicana en 2008.⁴

⁴ Ver Apéndice 1. Desastres financieros

Tabla 01. Pérdidas con derivados: dos eventos relevantes

Año	Entidad	Pérdida ⁵	Suceso
1995	Barings Bank	1,400	Nick Leeson ⁶ , un operador del mercado de derivados que trabajaba en la subsidiaria del banco inglés Baring Brothers ⁷ en Singapur, sufrió pérdidas que rebasaban en exceso el capital del banco y llevó a la quiebra a la institución en febrero de 1995 con más de 1,400 millones de dólares. No fue un fraude, Nicholas Leeson perdió con futuros de Nikkei y empezó con 15 mil dólares. Se cometieron todos los errores posibles en administración de riesgos.
2008	Caso Comercij ⁸	2,000	El lunes 6 de octubre, un grupo de banqueros internacionales ⁹ llegó a las oficinas de Credit Suisse en el DF citados por Comercial Mexicana. Cada banco sabía que Comercial Mexicana había jugado a vender dólares para hacer dinero, pero ignoraba que ese juego lo multiplicó por seis al practicarlo con cada uno de ellos y, con ello, la empresa había perdido... hasta la camisa. El pánico cundió. En la vorágine, la BMV pidió a la empresa que sacara todo a la luz. Es más: les pidió a todas las empresas revelar sus posiciones en este juego de dólares, los ahora famosos derivados. En esos días, Wall Street se derrumbaba y todos los inversionistas querían salir de la Bolsa de NY. En México no había suficientes, lo que llevó el dólar a un nivel superior a los 14 pesos, por lo que Comercial Mexicana, insolvente, tramitó su concurso mercantil por una deuda que superaba los 2 mil millones de dólares.

El común denominador en estos desastres fue la ausencia de políticas y sistemas de administración de riesgos en las instituciones, que permitieran medir y monitorear efectivamente las pérdidas potenciales de las posiciones en que estaban involucradas esas corporaciones.

⁵ Miles de millones de dólares americanos.

⁶ Ver:

* <http://www.nickleeson.com/>

* El Capitalismo en la cuerda floja, Mario Vargas Llosa;
<http://www.galeon.com/froblesortega/elcapitalismoen.html>

* El fracaso del Banco Baring; <http://www.doeda.com/barings.spanish.html>

* La Cuenta Secreta, Nicholas Leeson, Editorial Sudamericana, 1996 (en inglés, Rouge Trader), <http://www.amazon.com/88888-Cuenta-Secreta-Nick-Leeson/dp/9500711206>

* Roguer trade (DVD); http://www.dvdempire.com/Exec/v4_item.asp?userid=&item_id=9141

⁷ Ver: http://es.wikipedia.org/wiki/Baring_Brothers y <http://www.bbbsa.ch/Default.aspx?p=9>

⁸ Fuente: Reforma. 'Comercia' con dólares; pierde hasta la camisa. Jonathan Ruiz, Karla Rodríguez y José Esevenri. (15-Oct-2008).

⁹ Goldman Sachs, Banamex, Barclays, Santander, Merrill Lynch y JP Morgan

Lo anterior trajo una corriente importante para la medición de riesgos con recomendaciones en relación con criterios para instituciones que tienen productos derivados en posición de riesgo, entre otras, que la medición cuantitativa de riesgos se hiciera mediante el cálculo del "valor en riesgo" (VaR).¹⁰

2.4 EL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS¹¹

La medición efectiva y cuantitativa del riesgo está dada por la probabilidad asociada a una pérdida potencial. Los seres humanos deben reconocer y responder a las probabilidades que confrontan en cada decisión. La esencia de la administración de riesgos consiste en medir esas probabilidades en contextos de incertidumbre.

La administración del riesgo es el proceso mediante el cual se identifica, se mide y se controla la exposición al riesgo. En suma, la administración del riesgo financiero se ha convertido en una herramienta esencial para la sobrevivencia de cualquier negocio.

El proceso de administración de riesgos considera en primer lugar, la identificación de riesgos, en segundo lugar su cuantificación y control mediante el establecimiento de límites de tolerancia al riesgo y finalmente, la modificación o nulificación de dichos riesgos a través de disminuir la exposición a éstos, o de instrumentar una cobertura. En resumen:

- Identificar la naturaleza y en dónde se origina.
- De que tamaño es el riesgo (medición) a través de una cifra (todos los modelos buscan llegar a ella).
- Decidir que hacer con el riesgo:
 - Neutralizarlo totalmente (a través de opciones)
 - Neutralizarlo parcialmente
 - No neutralizarlo (seguir con la posición tal como está)

¹⁰ El concepto de VAR fue propuesto por el banco estadounidense JP Morgan en 1994 en su documento técnico denominado Riskmetrics, como modelo para medir cuantitativamente los riesgos de mercado en instrumentos financieros. Hoy en día es un estándar internacional.

¹¹ Fuente: http://www.condusef.gob.mx/cultura_financiera/finanzas_personales/riesgos_fin.html

Los mecanismos de mercado para cubrir las exposiciones al riesgo son los contratos forward y de futuros, los swaps y el balance de activos con pasivos.

Un contrato forward es la obligación de entregar un activo especificado en una fecha de entrega futura especificada a un precio especificado. Los contratos de futuros son contratos forward estandarizados que se negocian en las bolsas.

Un contrato swap consta de dos partes que intercambian una serie de pagos a intervalos especificados durante un periodo especificado. Un contrato swap puede exigir el intercambio de casi cualquier cosa. Sin embargo, en la práctica, la mayoría de los contratos swap implica el intercambio de commodities, divisas o valores.

Cuando existe más de una manera de cubrir una exposición al riesgo dada, el mecanismo elegido deberá ser aquel que minimice el costo de lograr la reducción de riesgo deseada.

Existe una diferencia fundamental entre aseguramiento y cobertura. Cuando usted se cubre, elimina el riesgo de pérdida cediendo el potencial de ganancia. Cuando se asegura, paga una prima para eliminar el riesgo de pérdida y retiene el potencial de ganancia.

Así, el proceso de inmunización se da a través de coberturas en:

- derivados lineales (forwards, FRAs, futuros)
- derivados no lineales (opciones)
- derivados de crédito

Para lograr una efectiva identificación de riesgo, es necesario considerar la naturaleza de los riesgos que se presentan en una sola transacción. Por ejemplo, los de mercado están asociados a la volatilidad, estructura de correlaciones y liquidez, pero éstos no pueden estar separados de otros, tales como riesgos operativos (riesgos de modelo, de fallas humanas o de sistemas) o riesgos de crédito (incumplimiento de contrapartes, riesgos en la custodia de valores, en la liquidación, en el degradamiento de la calificación crediticia de algún instrumento o problemas con el colateral o garantías). Por ejemplo, el riesgo de comprar una opción en el mercado de derivados (fuera de bolsa OTC), implica un riesgo de mercado pero también uno de crédito y riesgos operacionales al mismo tiempo.

El siguiente paso en el proceso de administración de riesgos es el que se refiere a la cuantificación. Este aspecto ha sido suficientemente explorado en materia de riesgos de mercado. Existen una serie de conceptos que cuantifican el riesgo de mercado, entre ellos podemos citar: valor en riesgo, duración, convexidad, peor escenario, análisis de sensibilidad, beta, delta, etcétera. Muchas medidas de riesgo pueden ser utilizadas. En este artículo, ponemos especial atención al concepto de valor en riesgo (VaR) que se popularizó gracias a JP Morgan. El valor en riesgo es un estimado de la máxima pérdida esperada que puede sufrir un portafolio durante un período de tiempo específico y con un nivel de confianza o de probabilidad definido.

En el caso de riesgos de crédito, la cuantificación se realiza a partir del cálculo de la probabilidad de impago o de incumplimiento. JP Morgan ha publicado un documento técnico denominado Creditmetrics en el que pretende establecer un paradigma similar al del valor en riesgo pero instrumentado en riesgos de crédito. Es decir, un estimado de pérdidas esperadas por riesgo crediticio.

La utilidad de este concepto radica en que las instituciones financieras pueden crear reservas preventivas de pérdidas derivadas de incumplimientos de contrapartes o de problemas con el colateral.

Una cultura de riesgos, crean una ventaja competitiva frente a las demás. Asumen riesgos más conscientemente, se anticipan a los cambios adversos, se protegen o cubren sus posiciones de eventos inesperados y logran experiencia en el manejo de riesgos. Por el contrario, las instituciones que no tienen cultura de riesgos, posiblemente ganen más dinero en el corto plazo pero en el largo plazo convertirán sus riesgos en pérdidas importantes que pueden significar inclusive, la bancarrota.

2.5 EVALUACION DEL RIESGO A TRAVÉS DEL VAR¹²

La elección de un portafolio de inversión descansa en conceptos asociados al retorno y al grado de liquidez de los instrumentos. La dimensión de riesgo se

¹² Fuente: <http://ideas.repec.org/p/chb/bcchwp/67.html>

suele medir a través de diferentes enfoques que van desde conceptos simples hasta métodos más sofisticados, por ejemplo:¹³

- Análisis de Retorno Total.
- Determinación de una Frontera Eficiente.
- Valor en Riesgo –Value at Risk– (VaR).
 - Método Delta-Normal.
 - Método de Simulación Histórica.
 - Método de Stress-Testing o Método de Situaciones Extremas.
 - Teoría de Valores Extremos (EVT).
 - Método de Simulaciones de Monte Carlo.
- Tracking Error.

Estas metodologías tienen la ventaja de entregar un marco de referencia que permita formalizar la discusión del tema del riesgo en portafolios de inversión, de manera de ampliar el horizonte de evaluación de una cartera considerando criterios de riesgo, adicionalmente a consideraciones de retorno.

La aplicación de estos métodos va más allá del análisis de un portafolio en particular. La utilización de criterios de VaR para el control del riesgo de instituciones bancarias está siendo cada vez más discutida, y de hecho el Comité de Basilea está recomendando su utilización para la determinación del capital requerido por los bancos para respaldar sus operaciones.¹⁴

El concepto de Value at Risk, o valoración del riesgo, proviene de la necesidad de cuantificar con determinado nivel de significancia o incertidumbre el monto o porcentaje de pérdida que un activo (o un portafolio) enfrentará en un período predefinido de tiempo.

El valor en riesgo (VaR) es un modelo estadístico, basado en la teoría de probabilidad que resume en un solo número la pérdida potencial máxima que se puede sufrir en una posición de riesgo dado un nivel de confianza elevado (95 o 99 por ciento) y en un período de tiempo determinado.

¹³ Ver Apéndice 4. Métodos de evaluación del riesgo para portafolios de inversión.

¹⁴ Ver Apéndice 2. Acuerdo de Basilea y Apéndice 3. Recomendaciones del Grupo G-30.

Existen diversas alternativas para generar la matriz de varianzas y covarianzas con la cual se cuantifica el VaR:

- Método Delta-Normal

El método más simple de cálculo del VaR es el método delta-normal. Este consiste en asumir que los retornos tienen una distribución normal e idénticamente distribuida.

El algoritmo para calcular el VaR partiría definiendo la matriz de varianzas y covarianzas con la base histórica de retornos.

- Método de Simulación Histórica

Una segunda alternativa consiste en aplicar el vector de ponderadores de inversión vigentes a una serie representativa de retornos históricos, de manera de generar una secuencia de valores de portafolio que pueden ser representados estadísticamente por un histograma. A partir de esta secuencia de valoración histórica que define una cierta distribución de probabilidades, se procede a calcular el VaR.

La metodología de simulación histórica es equivalente analíticamente al método delta-normal revisado en la sección anterior, a menos que la matriz de varianzas y covarianzas sea alimentada de información proveniente de opciones, donde en cuyo caso se reemplazaría la volatilidad histórica por la volatilidad implícita en las opciones.

- Método de Stress-Testing o Método de Situaciones Extremas

Es común asumir que los retornos son procesos estocásticos estacionarios que obedecen a una cierta distribución normal. Sin embargo la existencia frecuente de outliers¹⁵ debilita tal supuesto. El método de Stress-Testing incrementa la ponderación de los eventos extremos negativos en la secuencia de valoración del portafolio. Por medio de la recreación de escenarios adversos históricos, o la simple creación de eventos negativos, este método cuantifica los cambios probables en los valores del portafolio.

¹⁵ Fuente: <http://en.wikipedia.org/wiki/Outlier>

– Teoría de Valores Extremos (EVT)

La teoría de valores extremos estudia, mediante métodos no paramétricos, las colas de una distribución que no necesariamente requiere ser conocida. El parámetro que resume las características (grosor) de la cola de una distribución es el Tail Index (Índice de Cola), y existen diversos estimadores para este estadístico.

El cálculo efectuado por la metodología de valores extremos (EVT) es el que mejor captura la forma de la cola de la distribución y reporta un incremento en las probabilidades de ocurrencia de “outliers”.

– Método de Simulaciones de Monte Carlo

Consiste en la generación de múltiples iteraciones para los retornos de un activo (o activos) con un horizonte predefinido, como por ejemplo una semana o un mes. Estas realizaciones deben ser generadas a partir de una función de distribución de probabilidades que represente al proceso estocástico simulado.

Una vez simuladas las diversas trayectorias (por ejemplo, 10,000 iteraciones) se obtienen los valores del retorno para el horizonte de inversión o análisis preestablecido (5 días o un mes). Con estos 10,000 valores se procede a calcular la desviación estándar del retorno del activo, de manera de generar su VaR.

La generación de procesos estocásticos a través de simulaciones de Monte Carlo es un avance necesario en la medida que se tienen portafolios con instrumentos asimétricos, como por ejemplo Opciones.

Si la cartera contiene solamente instrumentos lineales, los resultados del proceso de simulación de Monte Carlo serán equivalentes al resultado del análisis de simulación histórica, o a la metodología de Delta- Normal si no consideramos la volatilidad implícita en las opciones. La ventaja de esta metodología emerge de su flexibilidad para evaluar el riesgo de portafolios cuyos retornos son necesariamente asimétricos, como suele suceder en portafolios que contienen opciones sobre instrumentos o monedas.

Cada uno de los métodos tiene ventajas y desventajas. En la medida que el portafolio analizado no contenga activos no lineales como opciones, se recomienda usar métodos simples como el delta-normal o simulación histórica, los cuales generan una matriz de riesgos en base a información de opciones (volatilidad

implícita) o en base a retornos históricos. Sin embargo, si el portafolio dispone de activos no lineales es recomendable la utilización del método de simulación de Monte Carlo.

2.6 CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE ESTADÍSTICA

Parte de la media (μ) y la desviación estándar de los rendimientos, no de los precios.

Rendimiento

Variación en los precios del activo al inicio y al final del periodo.¹⁶

$$R^{\circ} = \ln\left(\frac{VF}{VI}\right) * 100$$

Donde:

R° = Tasa de crecimiento (Rendimiento porcentual geométrico del activo).

VF = Precio del activo en el momento t.

VI = Precio del activo en el momento t-1.

Se asume que los rendimientos de los activos se distribuyen de forma normal por lo que necesitamos conocer el rendimiento medio y la volatilidad del activo, que definirán la distribución.

En este apartado se presentan los fundamentos de probabilidad y estadística del modelo. Se parte de la media (μ) y la desviación estándar de los rendimientos, no de los precios.

Tasa de rendimiento total se puede representar como la suma del componente de ingreso por dividendos y el componente de cambio de precio:

Rendimiento esperados

$$r = \frac{DE}{Pr_t} + \frac{Pr_{t+1} - Pr_t}{Pr_t}$$

r = Componente de ingreso por dividendos + Componente de cambio de precio

¹⁶ Rendimiento Discreto: $R^{\circ} = \left(\frac{VF}{VI} - 1\right) * 100$; Rendimiento Contínuo: $R^{\circ} = \ln\left(\frac{VF}{VI}\right) * 100$

Donde:

DE = Dividendo en efectivo

Prt = Precio inicial

Prt+1 = Precio final de una acción

La tasa esperada de rendimiento (la media) se define como la suma de todos los resultados posibles de cada tasa de rendimiento posible, multiplicados por la probabilidad respectiva de que ocurran:

Rendimiento esperado

$$E(r) = \sum_{i=1}^n P_i r_i$$

Rendimiento esperado = Suma de (Probabilidad del rendimiento) x (Rendimiento posible)

La *Ganancia de Capital* es la diferencia originada entre el precio de un activo¹⁷ en un momento determinado por las fechas t y $t-k$. Evidentemente, si la diferencia es negativa, se le considera una pérdida.¹⁸ Su valor se determina por G_t :

$$G_t = P_t - P_{t-k}$$

Donde:

G_t = Ganancia o pérdida de capital. Es el cambio, en términos absolutos, del precio de un activo entre el periodo t y $t-1$.

P_t = Precio de un activo en la fecha t (un día determinado de operación en la bolsa de valores)

P_{t-k} = Precio de un activo en la fecha $t-k$ (fecha de operación histórica que puede ser desde 1 día hasta k días)

Rendimiento discreto y continuo

Una forma de medir el riesgo es a través del cambio (o *rendimiento*) en el precio de las acciones en términos relativos. Esta variación es el cambio relativo, o porcentaje de rendimiento, en el precio del activo, al inicio y al final del periodo, y se puede calcular de forma *discreta* (lineal) o *continua* (geométrica).

¹⁷ Para efectos de este apunte, nos referimos a “precio de un activo” a la cotización diaria de los índices bursátiles objeto de estudio, al precio de una acción o la cotización de una moneda.

¹⁸ La ganancia o pérdida de capital se registra como tal una vez que se vendió la acción. Hasta antes de ese momento, se le denomina como *plusvalía* o *minusvalía* de la inversión.

Variación discreta:

$$R_D^o = \left(\frac{P_t}{P_{t-k}} - 1 \right) * 100$$

Variación continua:

$$R_C^o = \left(\ln \frac{P_t}{P_{t-k}} \right) * 100$$

Donde: R_D^o = Rendimiento discreto. Es el cambio, en términos relativos, del precio de un activo entre el periodo t y $t-k$.
 R_C^o = Rendimiento continuo. Es el cambio, en términos relativos, del logaritmo natural del rendimiento de los precios (*log precios*) de un activo entre el periodo t y $t-k$. A este cambio en el precio se le conoce como *rendimiento compuesto en forma continua*.

En nuestro caso, sólo consideraremos los rendimientos porcentuales calculados en forma *continua* (*log precios*) dado que tienen propiedades estadísticas atractivas a través del uso de logaritmos al permitir que la curva se “suavice” (quitar crestas y valles) y por lo tanto la curva será más representativa sobre el comportamiento de la emisora.

Para ilustrar los diferentes resultados, en la Tabla 2 se presenta la cotización mínima registrada por el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) en la última semana de operación del año 2012. En ella se aprecian las variaciones de precios diarios en términos absolutos (ganancia o pérdida de capital) y relativos (rendimiento porcentual) por el método discreto y el continuo.

Tabla 02. Rendimientos diarios del IPC

Fecha	IPC Min P_t	Ganancia Capital G_t	Rendimiento Discreto R_D^o	Rendimiento Continuo R_C^o
21-dic-12	43,302.60	---	---	---
24-dic-12	43,483.16	180.56	0.4170%	0.4161%
26-dic-12	43,434.83	-48.33	-0.1111%	-0.1112%
27-dic-12	43,330.93	-103.90	-0.2392%	-0.2395%
28-dic-12	43,451.81	120.88	0.2790%	0.2786%
31-dic-12	43,505.13	53.32	0.1227%	0.1226%

Fuente: Elaboración propia con datos de Finsat

De la tabla anterior observamos que las tres series de cambios en los precios (G_t , R_D^o y R_C^o) tienen el mismo signo para un día determinado, además de la similitud (pero no igualdad) en los cambios de los precios relativos.

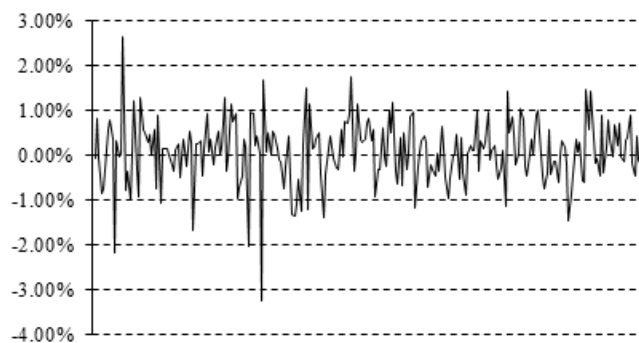
Para ilustrar mejor las diferencias entre las variaciones de precios absolutos y relativos, en la figura 1 se presenta el valor mínimo diario del IPC durante 2012.

Se asume que los rendimientos de los activos se distribuyen de forma normal por lo que necesitamos conocer el rendimiento medio y la volatilidad del activo, que definirán la distribución.

Rendimiento medio

El rendimiento promedio observado de un activo es útil para establecer la dispersión observada.

Figura 01. Variación relativa del IPC 2012



$$\text{La media diaria: } \mu_d = \frac{\sum_{i=1}^n Var\%}{n}$$

La media anualizada: $\mu_d * 252$ o $\mu_d * 365$

– Distribución de probabilidad:

Rendimientos posibles en un horizonte determinado con una probabilidad de ocurrencia.

Distribución de de probabilidades de rendimientos

Una medida utilizada comúnmente para medir el grado de riesgo de un activo es la volatilidad.¹⁹ La volatilidad está relacionada con el rango de posibles tasas de rendimiento derivadas de poseer las acciones y la probabilidad de que ocurran. La volatilidad de una acción será mayor cuanto más amplio sea el rango de posibles resultados o sucesos y mayores sean las probabilidades de que esos rendimientos se ubiquen en los extremos del rango.

Cuanto más amplio sea el rango o intervalo de posibles resultados, mayor será la volatilidad.

La desviación estándar como medida del riesgo

La volatilidad del rendimiento de las acciones depende del rango de posibles resultados y la probabilidad de que ocurran valores extremos.

La estadística que se usa con mayor frecuencia en finanzas para cuantificar y medir la volatilidad de la distribución de probabilidades del rendimiento de acciones es la desviación estándar, que se calcula de la siguiente manera:

Desviación estándar

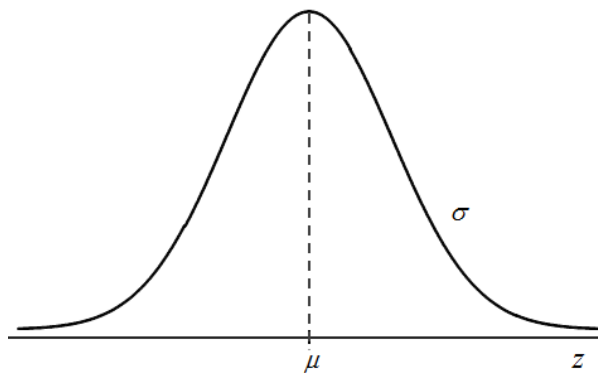
$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n P(r_i - E(r))^2}$$

Desviación estándar (σ) = Raíz cuadrada de la suma de (Probabilidad) (Rendimiento posible – Rendimiento esperado)²

¹⁹ El costo de asegurarse contra un riesgo depende directamente de la volatilidad. Así que usar la volatilidad como medida de riesgo es similar a usar el costo de asegurarse contra el riesgo.

- Cuanto mayor sea la desviación estándar, mayor será la volatilidad de las acciones.
- La distribución de rendimientos de acciones es una distribución continua de probabilidades.
- La distribución de ese tipo usada con mayor frecuencia es la distribución normal con su conocida curva en forma de campana, que se muestra en la siguiente figura.

Figura 02. Distribución normal del rendimiento de los precios de las acciones²⁰



Distribución Normal con Media = μ y Desviación Estándar = σ

Para la distribución normal y otras distribuciones simétricas similares a ésta, la desviación estándar es la medida natural de la volatilidad. (Su símbolo, σ , se pronuncia "sigma".) Los términos sigma y volatilidad con frecuencia se usan de manera indistinta.

La distribución normal abarca un rango ilimitado de tasas de rendimiento, de menos infinito a más infinito. Para interpretar valores diferentes de la desviación estándar, generalmente se emplean intervalos de confianza: un cierto rango de valores ("un intervalo") dentro del cual se encontrará, con una probabilidad específica, el rendimiento real de las acciones durante el próximo periodo. En esencia:

²⁰ Se asume que los activos financieros se distribuyen de forma normal.

- Es una *distribución de probabilidad* definida por una curva simétrica²¹ en forma de campana, determinada por una media y una desviación estándar²².
- En un portafolio, la media es el rendimiento promedio y la desviación estándar es la volatilidad.
- En una distribución normal estándar, caracterizada por una media 0 y una desviación estándar de 1, aproximadamente el 68.3% del área bajo la curva normal se encuentra dentro de $\pm 1\sigma$ respecto a la media; el 95.5% dentro de $\pm 2\sigma$ y el 99.7% dentro de $\pm 3\sigma$.²³
- A mayor volatilidad (desviación estándar), mayor riesgo o probabilidad de que un evento se desvíe demasiado de su media.

Así, con una distribución normal, el rendimiento de las acciones que se encuentra en un intervalo de confianza que abarca todas las tasas de rendimiento ubicadas dentro de una desviación estándar a cada lado de la media tiene una

²¹ La curva de la normal se dispersa simétricamente de su media en la medida de su desviación estándar, generando dos colas que se extienden una hacia menos infinito y otra hacia el infinito, de forma asintótica.

²² La Varianza es el promedio de las diferencias cuadradas entre cada una de las observaciones de una serie de datos y la media. La desviación estándar es simplemente la raíz cuadrada de la varianza. La varianza y la desviación miden la dispersión promedio alrededor de la media, es decir, como las observaciones mayores fluctúan por encima de ésta y como las observaciones menores se distribuyen por debajo de ésta.

²³ Uso de la desviación estándar:

La regla de Chebyshev.

Es una regla que pone un límite sobre la dispersión de la mayoría de los datos en torno de la media. El porcentaje de las distribuciones están contenidas dentro de las distancias de k

desviaciones estándar alrededor de la media. debe ser al menos $1 - \frac{1}{k^2}$: al menos 75% de las

observaciones deben estar contenidas dentro de distancias de ± 2 desviaciones estándar alrededor de la media. Al menos 88,89% de las observaciones deben estar contenidas dentro de una distancia de ± 3 desviaciones estándar alrededor de la media. Al menos 93.75% de las observaciones deben estar contenidas dentro de distancias de ± 4 desviaciones estándar alrededor de la media.

La regla Empírica. En series de datos simétricos, donde la mediana y la media son iguales, las observaciones tienden a distribuirse igualmente alrededor de estas mediciones de tendencia central. La regla sirve para examinar la propiedad de variabilidad de datos y obtener una mejor idea de lo que la desviación estándar está midiendo. La regla empírica establece que en la mayoría de las series de datos encontraremos que aproximadamente dos de cada tres observaciones (es decir, el 67%), están contenidas en ± 1 desviación estándar alrededor de la media, aproximadamente 90% a 95% de las observaciones están \pm una distancia de 2 desviaciones estándar alrededor de la media y 99,7% dentro de ± 3 desviaciones de la media.

probabilidad de aproximadamente .68 y un intervalo de confianza correspondiente a dos desviaciones estándar tiene una probabilidad de aproximadamente 0.95 y un intervalo de confianza de tres desviaciones estándar abarca una probabilidad de aproximadamente 0.99.

Intervalos de confianza

- Probabilidad de obtener rendimientos dentro de cierto rango.
- z = Variable estandarizada que representa el número de desviaciones estándar respecto de la media.

En estadística, se llama a un par o varios pares de números entre los cuales se estima que estará cierto valor desconocido con una determinada probabilidad de acierto. Formalmente, estos números determinan un intervalo, que se calcula a partir de datos de una muestra, y el valor desconocido es un parámetro poblacional. La probabilidad de éxito en la estimación se representa con $1 - \alpha$ y se denomina *nivel de confianza*. En estas circunstancias, α es el llamado error aleatorio o *nivel de significación*, esto es, una medida de las posibilidades de fallar en la estimación mediante tal intervalo.

El nivel de confianza y la amplitud del intervalo varían conjuntamente, de forma que un intervalo más amplio tendrá más probabilidad de acierto (mayor nivel de confianza), mientras que para un intervalo más pequeño, que ofrece una estimación más precisa, aumenta su probabilidad de error.

Puede existir un número infinito de distribuciones normales posibles, cada una con su propia media y su desviación estándar. Ya que, obviamente, no se puede analizar un número tan grande de posibilidades, es necesario convertir todas estas distribuciones normales a una forma estándar. La conversión de los valores de la variable aleatoria discreta en variable aleatoria normal estándar z , se efectúa con la siguiente fórmula:

Conversión a la variable aleatoria normal

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Donde: z = Es el número de desviaciones estándar en las que los rendimientos están por encima o por debajo del valor promedio.²⁴
 x = Valor de la variable aleatoria discreta.
 μ = Media aritmética de la distribución.
 σ = Desviación estándar de la distribución.

Para hallar la probabilidad de que la variable R^oIPC esté dentro de un determinado intervalo, se tiene que calcular el área que se encuentra bajo la curva normal y sobre ese intervalo. (Anderson, 2008: 234).

El área bajo la curva normal se obtiene de la tabla de probabilidades acumuladas en la distribución normal estándar (tabla de z) que se proporciona en los apéndices de los libros de estadística, o bien con apoyo de Excel a través de la función *Normalización*.

Volatilidad

- Es la dispersión de los rendimientos de un activo alrededor de su media.
- Al evaluar un solo activo se utiliza la desviación estándar
- Al evaluar un portafolio se utiliza el análisis de varianza-covarianza.

La volatilidad es la desviación estándar del cambio en el valor de un instrumento financiero con un horizonte temporal específico. Se usa con frecuencia para cuantificar el riesgo del instrumento a lo largo de dicho período temporal. La volatilidad se expresa típicamente en términos anualizados, y puede reflejarse tanto en un número absoluto como en una fracción del valor inicial.

Para un instrumento financiero cuyo retorno sigue un paseo aleatorio, la volatilidad se incrementa según la raíz cuadrada del tiempo conforme aumenta el

²⁴ Un valor x igual a su media μ da como resultado $z = (\mu - \mu) / \sigma = 0$, de manera que un valor x igual a su media corresponde a $z = 0$. Ahora suponga que x se encuentra una desviación estándar arriba de su media, es decir, $x = \mu + \sigma$. Aplicando la ecuación el valor correspondiente es

$z = \frac{(\mu + \sigma) - \mu}{\sigma} = \frac{\sigma}{\sigma} = 1$. Así que un valor de x que es una desviación estándar mayor que su media corresponde a $z = 1$. En otras palabras, z se interpreta como el *número de desviaciones estándar a las que está una variable aleatoria x de su media μ* . (Anderson, 2008: 239)

tiempo. Conceptualmente, esto se debe a que existe una probabilidad creciente de que el precio del instrumento esté más alejado del precio inicial conforme el tiempo aumenta.

La *volatilidad histórica* es la volatilidad de un instrumento financiero basado en retornos históricos. Esta frase se usa particularmente cuando se desea distinguir entre la volatilidad efectiva de un instrumento en el pasado de la volatilidad actual debida al mercado.

Forma de aproximación de datos para periodos distintos a los que se desea evaluar.

Agregación en el Tiempo:

Supuestos sobre el comportamiento de los rendimientos de los activos:

- Siguen una caminata aleatoria, es decir, no están autocorrelacionados en periodos sucesivos.
- Su distribución en el tiempo es idéntica.

Por lo tanto, el rendimiento esperado en cualquier momento futuro es el rendimiento esperado para un día tantas veces como días perdure el plazo que nos interesa. En consecuencia, tanto los rendimientos como su varianza se incrementan linealmente a través del tiempo, expresado como fracción de un año de 252 días, es decir, del número de días operados en el año. Por consenso, se suelen considerar 12 meses de 21 o 22 días.

La volatilidad se incrementa con la raíz cuadrada del tiempo, expresado como la fracción de un año.

$$\sigma_{T-t} = \sigma_a \sqrt{\frac{T-t}{252}}$$

Donde:

σ_{T-t} = Volatilidad en el periodo considerado.

$T-t$ = Número de días que se desean considerar.

σ_a = Desviación estándar anualizada.

- La volatilidad diaria:

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2}{n-1}}$$

- La volatilidad para n días se obtiene a partir de la volatilidad diaria:

$$\sigma_n = \sigma_d * \sqrt{n}$$

- La volatilidad anualizada:

$$\sigma_a = \sigma_d * \sqrt{252}$$

- La volatilidad semanal:

$$\sigma_s = \sigma_d * \sqrt{5}$$

- Conocida la volatilidad anual, la volatilidad diaria se obtiene:

$$\sigma_d = \frac{\sigma_a}{\sqrt{252}}$$

2.7 TEORÍA DE LA CARTERA²⁵

Conceptos generales

Consiste en conformar un portafolio con diferentes activos (bonos, acciones, derivados, etcétera.).

La teoría de la cartera se define como el análisis cuantitativo de la administración óptima del riesgo.

La aplicación de la teoría de la cartera consiste en la formulación y evaluación de las compensaciones entre los beneficios y los costos de la reducción del riesgo con el propósito de encontrar la acción óptima a seguir.

La teoría de la cartera aborda el problema de cómo elegir entre alternativas financieras para maximizar las preferencias. En general, la elección óptima implica

²⁵ La diversificación puede tomar perfiles tan complejos como el incluir en el portafolio no sólo distintas emisiones del mismo tipo de activo (acciones de diversos sectores económicos, por ejemplo), diferentes activos (distintas emisiones de bonos cuponados, acciones, derivados, etcétera.), sino diversificar incluso el riesgo país diseñando un portafolio internacional.

evaluar las compensaciones entre recibir un rendimiento esperado más alto y tomar un riesgo mayor.

Los primeros modelos formales de la teoría de la cartera se crearon para tratar esta clase de decisión de administración del riesgo.²⁶ Estos modelos usan distribuciones de probabilidades para cuantificar la compensación entre riesgo y rendimiento esperado. El rendimiento esperado de una cartera de activos se identifica con la media de la distribución, y su riesgo, con la desviación estándar.

Sin embargo, se debe considerar que no hay una estrategia única de selección de cartera que se ajuste a todo el mundo²⁷, toda vez que

- La etapa en el ciclo de vida es un determinante importante en la composición óptima de la cartera de activos y pasivos de una persona.
- Los horizontes de tiempo son importantes en la selección de cartera. Distinguimos tres horizontes de tiempo: el horizonte de planeación, el de decisión y el de negociación.
- Para tomar decisiones sobre la selección de cartera, la gente en general puede lograr una tasa de rendimiento esperada más alta sólo exponiéndose a un riesgo mayor.
- A veces podemos reducir el riesgo sin reducir el rendimiento esperado mediante una diversificación más completa, ya sea dentro de una clase dada de activo o a través de clases de activos.
- El poder de la diversificación para reducir el grado de riesgo de la cartera de un inversionista depende de las correlaciones entre los activos que constituyen la cartera. En la práctica, la gran mayoría de los activos están correlacionados positivamente entre sí porque a todos les afectan los factores económicos comunes. En consecuencia, es limitada la propia

²⁶ Este modelo está relacionado con el nombre de su precursor, Harry Markowitz, cuyo artículo original y de gran influencia "Portfolio Selection" se publicó en el Journal of Finance en 1952.

²⁷ La cartera del patrimonio de una persona incluye todos sus activos (acciones, bonos, acciones en empresas, casas o departamentos, beneficios de pensión, pólizas de seguro, etcétera) y todos sus pasivos (préstamos estudiantiles, préstamos para automóvil, hipotecas sobre la casa, etcétera).

capacidad para reducir el riesgo a través de la diversificación entre activos riesgosos sin reducir el rendimiento esperado.

- Aunque en principio la gente tiene miles de activos para elegir, en la práctica eligen de un menú de unos pocos productos finales ofrecidos por intermediarios financieros, como cuentas bancarias, fondos de inversión de acciones y bonos, y bienes raíces. Los intermediarios aprovechan los últimos adelantos de la tecnología financiera para diseñar y producir el menú de activos que ofrecen a sus clientes.

Sin embargo, sí hay algunos principios generales, como el principio de diversificación, que se aplican a todas las personas adversas al riesgo, tema que analizaremos a continuación.

El principio de diversificación de Markowitz²⁸

Parte del supuesto de que el diseño del portafolio puede estructurarse en función de la expectativa de rendimiento medio y la desviación estándar de los rendimientos del portafolio.

El punto de partida de Markowitz es que el valor de los activos financieros es el reflejo de las expectativas sobre el valor futuro y sus principales conclusiones se plantean en los siguientes términos:

- El rendimiento de un portafolio es un promedio simple ponderado de los rendimientos individuales de cada activo.
- El riesgo del portafolio es menor al promedio de los riesgos individuales de cada activo.
- Principio de diversificación: A menor correlación entre los activos, menor es el riesgo del portafolio.
- El riesgo de cada activo se compone de dos elementos:
 - riesgo diversificable (se puede reducir o anularse a través de una óptima combinación de activos)
 - riesgo no diversificable (es asumido por el tenedor del portafolio)

²⁸ Markowitz, Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments.

Por lo tanto, se busca el portafolio que permita una maximización del rendimiento simultánea con una minimización del riesgo.

La correlación entre distintos activos es el principal insumo del perfil del portafolio óptimo, por lo que, la decisión de incorporarlo al portafolio dependerá de su contribución al rendimiento medio y a la desviación estándar del portafolio.

Coeficiente de Correlación (ρ)

La correlación entre dos activos mide qué tan paralelamente se desplazan sus rendimientos y se La correlación se estima a partir de la siguiente ecuación:

$$\rho_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x})(y_i - \hat{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2}}$$

La correlación permite identificar el grado de relación entre dos variables.

El coeficiente de correlación es una medida de intensidad de la relación entre dos conjuntos de variables.

$$\rho_{x,y} = \frac{\rho_{xy}}{\rho_x \rho_y}$$

La correlación puede ser positiva, negativa o independiente: $-1 < \rho_{x,y} < 1$

El coeficiente de correlación (ρ) puede tomar cualquier valor de -1.00 a $+1.00$, inclusive.

Un coeficiente de correlación (ρ) de -1.00 o de $+1.00$ indica una correlación perfecta.

Un valor de ρ calculado de -1.00 revela que la variable independiente X y la variable dependiente Y están relacionadas en forma inversamente proporcional.

Un valor de ρ calculado de $+1.00$ revela que la variable independiente X y la variable dependiente Y están relacionadas en forma directamente proporcional.

Si no existe en absoluto relación entre los dos conjuntos de variables, la ρ será cercana a cero. Un coeficiente de correlación ρ cercano a 0 indica que la

realción es poco intensa o débil. Se llega a la misma conclusión si ρ resulta negativa en la misma proporción.

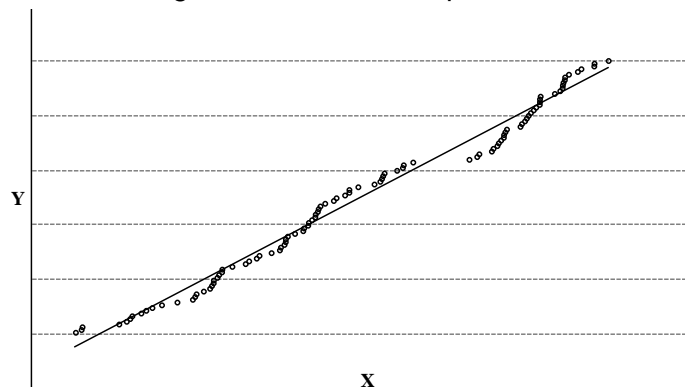
La fuerza de correlación no depende de la dirección.

Si la correlación es débil, existe una dispersión considerable con respecto a un línea recta trazada a través del espacio central de los datos. Para que un diagrama de dispersión represente una relación fuerte, debe haber poca dispersión con respecto a la recta.

Correlación Positiva

Los rendimientos de activos positivamente correlacionados tienden a desplazarse simultáneamente en la misma dirección. Mientras más cercano a 1 sea el valor de la correlación, más fuerte será la tendencia a desplazarse en la misma dirección.

Figura 03. Correlación positiva

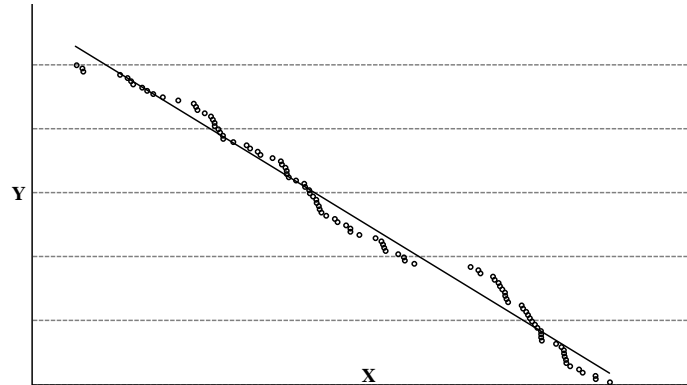


Correlación Positiva entre el Activo 1 (Eje X) y el Activo 2 (Eje Y). Si el Activo 1 observa un rendimiento positivo, también lo hará el Activo 2. Cuando el Activo 1 observa rendimientos negativos, también lo hace el Activo 2.

Correlación Negativa

Los rendimientos de activos negativamente correlacionados tienden a desplazarse simultáneamente en dirección opuesta. Mientras más cercano a -1 sea el valor de la correlación, más fuerte será la tendencia a desplazarse en sentido opuesto.

Figura 04. Correlación negativa

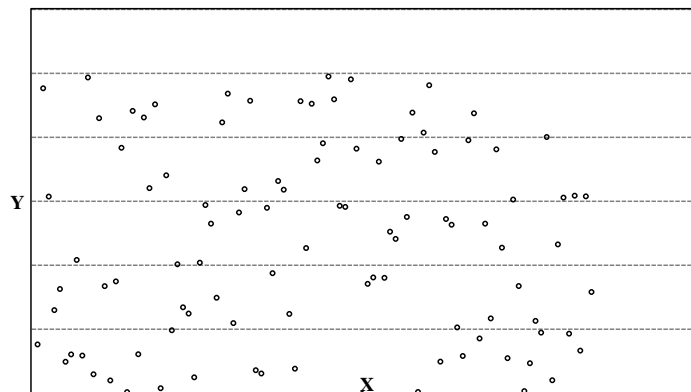


Correlación Negativa entre el Activo 1 (Eje X) y el Activo 2 (Eje Y). Cuando el Activo 1 observa rendimientos positivos, los rendimientos observados por el Activo 2 son negativos. Cuando el Activo 1 observa rendimientos negativos, el Activo 2 observa rendimientos positivos.

Correlación Nula

Los rendimientos de activos no correlacionados se desplazan de forma independiente. Mientras más cercano a 0 sea el valor de la correlación, mayor independencia habrá entre los rendimientos de los dos activos.

Figura 05. Correlación nula



Correlación independiente entre el Activo 1 (Eje X) y el Activo 2 (Eje Y). Cuando el Activo 1 observa rendimientos positivos, los rendimientos observados por el Activo 2 pueden ser positivos O negativos, por lo que no existe correlación.

Correlación y volatilidad

La estructura de correlación de un portafolio puede ser modificada alterando la posición en algunos de los activos.²⁹

Correlación y Riesgo

El riesgo de un portafolio depende, entre otros factores, de la correlación entre sus activos.³⁰

Matriz de correlaciones

Con portafolios de más de dos activos, el análisis se realiza a través de la matriz de correlaciones.³¹

Matriz de varianza-covarianza

Para determinar la volatilidad de un portafolio, debemos conocer la matriz de varianza-covarianza, a partir de las volatilidades de cada activo individual y de las correlaciones entre ellos.³²

²⁹ La estructura de correlación de un portafolio puede ser modificada alterando la posición en algunos de los activos. Si se tiene un portafolio con posiciones largas en el activo X y en el activo Y, donde la correlación entre ambos es positiva, al modificar la posición de larga a corta en cualquiera de ellos el resultado será que en adelante los rendimientos de dicho activo cambiarán de signo y, por lo tanto, tenderán a surgir ganancias en uno de los activos cuando surjan pérdidas en el otro, es decir, se genera un efecto de inmunización del riesgo de uno de los activos a variaciones en el precio de mercado.

Esta lógica subyace a la cobertura lineal óptima, estructurada a través de contratos forwards y futuros o de coberturas sintéticas lineales, porque se crea un portafolio con dos activos cuyos rendimientos se desplazan en sentidos opuestos. Si la correlación entre ellos es positiva, el flujo contrario será generado porque las posiciones son opuestas: larga y corta. Si la correlación es negativa, el flujo contrario será generado por sí solo al mantener posiciones iguales en los dos activos: larga y larga o corta y corta.

³⁰ Si la correlación es positiva, los activos del portafolio se desplazarán simultáneamente tanto a favor como en contra, por lo que los rendimientos fluctúan sobre márgenes más amplios y, por lo tanto, el riesgo del portafolio será mayor. Si los activos están negativamente correlacionados, uno de los activos perderá mientras el otro gana y viceversa, por lo que los rendimientos del portafolio fluctuarán en márgenes menores incluso a los de la fluctuación de cada uno de los activos por separado, disminuyendo por lo tanto el riesgo del portafolio.

Si los rendimientos de los activos del portafolio están independientemente correlacionados entre sí, se comportarán algunas ocasiones en forma opuesta y algunas otras en forma paralela, por lo que los rendimientos del portafolio fluctuarán en rangos moderados, es decir, sin incrementar ni reducir significativamente el riesgo del portafolio.

³¹ Presenta las correlaciones de cada par de activos posible dentro del portafolio. Dado que, por definición, cada activo estará perfectamente correlacionado consigo mismo, los valores a lo largo de la diagonal de la matriz serán cada uno igual a la unidad.

³² Para obtenerla, multiplicaremos cada elemento de la matriz de correlación por la volatilidad de los activos de la pareja correspondiente (fila y columna de la matriz).

Debido a que cada activo está perfectamente correlacionado consigo mismo, y por lo tanto su correlación es igual a 1, los elementos en la diagonal de la matriz de varianza-covarianza son las varianzas de cada activo del portafolio, y el resto de los elementos son las covarianzas de cada pareja del portafolio.

La matriz de varianza-covarianza es simétrica debido a que se deriva de la matriz de correlaciones, la cual también es simétrica.

Para determinar la volatilidad a partir de la matriz de varianza-covarianza, se requiere además el vector de las ponderaciones de cada activo en el portafolio.

2.8 EL MODELO DE VALUACIÓN DE ACTIVOS DE CAPITAL (CAPM)

Conceptos generales

El modelo de valuación de activos de capital (CAPM, por sus siglas en inglés) es una teoría acerca de los precios de equilibrio en los mercados de activos riesgosos. Se basa en la teoría de la selección de cartera y da como resultado las relaciones cuantitativas que deben existir entre tasas esperadas de rendimiento de activos riesgosos con el supuesto de que los precios de los activos se ajustan para igualar la oferta y la demanda.

El CAPM es importante por dos razones:

- Primero, proporciona una justificación teórica para la práctica extendida de inversión pasiva conocida como indexación³³.
- Segundo, el CAPM proporciona una forma de estimación de las tasas esperadas de rendimiento para usarse en una variedad de aplicaciones financieras.

En síntesis, podemos decir que el modelo de valuación de activos de capital es una teoría de equilibrio basada en la teoría de la selección de cartera.

³³ Indexación significa mantener una cartera diversificada en la que los valores se tienen en las mismas proporciones relativas que en un índice amplio de mercado como el Standard & Poor's 500 o el índice de acciones internacionales de Morgan Stanley.

El CAPM³⁴ se derivó del siguiente cuestionamiento: ¿Qué primas de riesgo de valores estarían en equilibrio si la gente tuviera el mismo conjunto de pronósticos de rendimientos y riesgos esperados, y todos escogieran sus carteras de manera óptima de acuerdo con los principios de diversificación eficiente?

La idea fundamental en la que se apoya el CAPM es que, en equilibrio, el mercado recompensa a la gente por asumir riesgo.

El CAPM dice que en equilibrio, las tenencias relativas de cualquier inversionista en activos riesgosos serán las mismas que en la cartera de mercado.

Debido a que el punto de tangencia o combinación óptima de activos riesgosos tiene la misma tenencia relativa de activos riesgosos que la cartera de mercado, ésta se localiza en algún punto de la línea de compensación de riesgo-rendimiento. En el CAPM, la línea de compensación se conoce como línea del mercado de capitales (CML, por sus siglas en inglés).

El CAPM dice que en equilibrio, la CML representa las mejores combinaciones de riesgo-rendimiento disponibles para todos los inversionistas. Por lo tanto, la pendiente de la CML es la prima de riesgo de la cartera de mercado dividida entre su desviación estándar.

El proceso de selección de una cartera personal

La selección de cartera es el estudio de la manera en que la gente debe invertir su dinero. Es un proceso de compensación entre el riesgo y el rendimiento esperado para encontrar la mejor cartera de activos y pasivos.

El elemento común en todas estas decisiones es la compensación entre el riesgo y el rendimiento esperado.

El objetivo es encontrar la cartera que ofrezca a los inversionistas la tasa de rendimiento esperada más alta para cualquier nivel de riesgo que estén dispuestos a tolerar.

La optimización de la cartera a menudo se hace en un proceso de dos pasos:

- hallar la combinación óptima de activos riesgosos, y

³⁴ En 1990, William F. Sharpe recibió el Premio Nobel de Economía por su trabajo sobre el CAPM publicado en 1964. Otros que desarrollaron de manera independiente el CAPM aproximadamente al mismo tiempo, fueron John Lintner y Jan Mossin.

- combinar esta cartera óptima de activos riesgosos con un activo sin riesgo.

Activo sin riesgo

En la teoría de la selección de cartera el activo sin riesgo se define como un valor que ofrece una tasa de rendimiento perfectamente predecible en términos de la unidad de cuenta seleccionada para el análisis y la duración del horizonte de decisión del inversionista.

Determinación de la composición de la cartera y su desviación estándar

1. Relacionar el rendimiento esperado de la cartera con la proporción invertida en el activo riesgoso.

Expresando con la letra w la proporción de la inversión que se asignará al activo riesgoso. La proporción restante, $1 - w$, se invertirá en el activo sin riesgo. Entonces, la tasa de rendimiento esperada de cualquier cartera, $E(r)$, está dada por:

$$E(r) = wE(r_s) + (1 - w)r_f$$

$$E(r) = r_f + w[E(r_s) - r_f]$$

donde $E(r_s)$ expresa la tasa de rendimiento esperada del activo riesgoso y r_f es la tasa sin riesgo.

La tasa de rendimiento base de cualquier cartera es la tasa sin riesgo. Además, se espera que la cartera rinda una prima por riesgo que depende de:

- la prima por riesgo del activo riesgoso, $E(r_s) - r_f$, y
- la proporción de la cartera invertida en el activo riesgoso, indicada por w .

Para encontrar la composición de cartera que corresponde a una tasa de rendimiento esperada $E(r)$, despejamos w :

$$E(r) = r_f + w[E(r_s) - r_f]$$

$$w = \frac{E(r) - r_f}{E(r_s) - r_f}$$

Donde:

w = Proporción de la inversión que se asignará al activo con riesgo.

$1 - w$ = Proporción de la inversión que se asignará al activo sin riesgo.

$E(r)$ = Tasa de rendimiento esperada de cualquier cartera

$E(r_s)$ = Tasa de rendimiento esperada del activo con riesgo

r_f = Tasa de interés sin riesgo

2. Relacionar la desviación estándar de la cartera con la proporción invertida en el activo riesgoso.

Cuando se combina un activo riesgoso con uno sin riesgo en una cartera, la desviación estándar de esa cartera es la del activo riesgos o multiplicada por la ponderación de ese activo en la cartera. Al expresar la desviación estándar del activo riesgoso con σ_s , tenemos una expresión para la desviación estándar de la cartera:

$$\sigma = \sigma_s w = 0.2w$$

Por último, podemos eliminar w para derivar de manera directa la fórmula que relaciona la tasa de rendimiento esperada con la desviación estándar a lo largo de la línea de compensación.

3. Relacionar la tasa de rendimiento esperada con su desviación estándar.

$$E(r) = r_f + \frac{E(r_s) - r_f}{\sigma_s} \sigma$$

En otras palabras, la tasa de rendimiento esperada de la cartera expresada como una función de su desviación estándar es una línea recta, con una intersección r_f y una pendiente:

$$\frac{E(r_s) - r_f}{\sigma_s}$$

La pendiente de la línea de compensación mide el rendimiento esperado extra que el mercado ofrece por cada unidad de riesgo extra que el inversionista está dispuesto a soportar.

Cómo alcanzar un rendimiento esperado

Eficiencia de la cartera

Una cartera eficiente se define como la cartera que ofrece al inversionista la tasa de rendimiento esperada más alta posible a un nivel especificado de riesgo.

Combinar dos activos riesgosos en una cartera es igual que combinar un activo riesgoso con un activo sin riesgo. Cuando uno de los dos activos no tiene riesgo, la desviación estándar de su tasa de rendimiento y su correlación con el otro activo son cero. Cuando ambos activos tienen riesgo, el análisis de la compensación entre el riesgo y el rendimiento es algo más complicado.

La fórmula para la tasa de rendimiento media de cualquier cartera que consiste en una proporción w en el Activo Riesgoso 1 y una proporción $1-w$ en el Activo Riesgoso 2 es:

$$E(r) = wE(r_1) + (1-w)E(r_2)$$

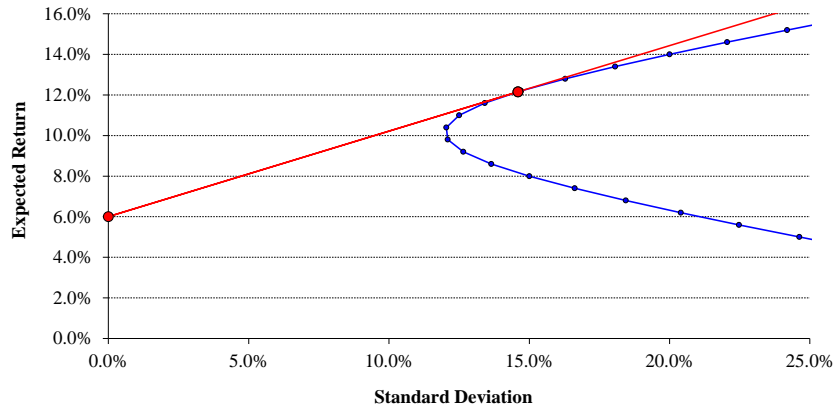
y la fórmula para la varianza es:

$$\sigma^2 = w^2\sigma_1^2 + (1-w)^2\sigma_2^2 + 2w(1-w)\rho\sigma_1\sigma_2$$

La combinación óptima de activos riesgosos

Consideremos las combinaciones de riesgo-rendimiento que podemos obtener cuando combinamos el activo sin riesgo con los dos activos riesgosos. La siguiente figura representa una descripción gráfica de todas las posibles combinaciones riesgo-rendimiento y también ilustra cómo localizar la combinación óptima de activos riesgosos que se combinarán con el activo sin riesgo.

Figura 06 Combinación óptima de activos riesgosos



Fuente: Elaboración propia

Una línea recta que une un punto X con *cualquier* punto de la curva representa una *línea de compensación riesgo-rendimiento* que incluye una combinación en particular de dos activos con riesgo y el activo sin riesgo (Cetes). La línea de compensación más alta que podemos obtener es la que une los puntos es el que hace *tangencia* entre la línea recta y la curva. Esta cartera riesgosa se conoce como *combinación óptima de activos riesgosos*. Es la cartera de activos riesgosos que se combina después con el activo sin riesgo para lograr las carteras más eficientes. La fórmula para encontrar las proporciones de la cartera en el punto de tangencia:

$$w_1 = \frac{(E(r_1) - r_f) \cdot \sigma_2^2 - (E(r_2) - r_f) \cdot \rho \sigma_1 \sigma_2}{(E(r_1) - r_f) \cdot \sigma_2^2 + (E(r_2) - r_f) \cdot \sigma_1^2 - (E(r_1) - r_f + E(r_2) - r_f) \cdot \rho \sigma_1 \sigma_2}$$

$$w_2 = 1 - w_1$$

Así, la nueva línea de compensación eficiente se da mediante la fórmula:

$$E(r) = r_f + w[E(r_T) - r_f]$$

$$= r_f + \frac{(E(r_T) - r_f)}{\sigma_T} \cdot \sigma$$

Selección de la cartera preferida

Hay una sola cartera de los dos activos riesgosos, que es la más apropiada para combinar con el activo sin riesgo. Esta cartera riesgosa en particular, que corresponde al punto de tangencia se conoce como *combinación óptima de activos riesgosos*. La cartera preferida es siempre alguna combinación de esta cartera de tangencia y el activo sin riesgo.

Es importante señalar que al buscar la *combinación óptima de activos riesgosos* no necesitamos conocer ni la riqueza ni las preferencias del inversionista. La composición de esta cartera depende sólo de la tasa de rendimiento esperada y las desviaciones estándar de los activos riesgosos 1 y 2 y de la correlación entre ambos. Esto implica que *todos los inversionistas que concuerdan con las distribuciones de probabilidades de las tasas de rendimiento desearán mantener esta misma cartera de tangencia en combinación con el activo sin riesgo*.

Éste es un resultado general que se aplica al caso en el que hay muchos activos riesgosos:

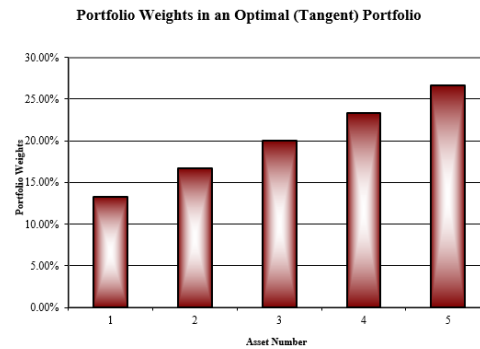
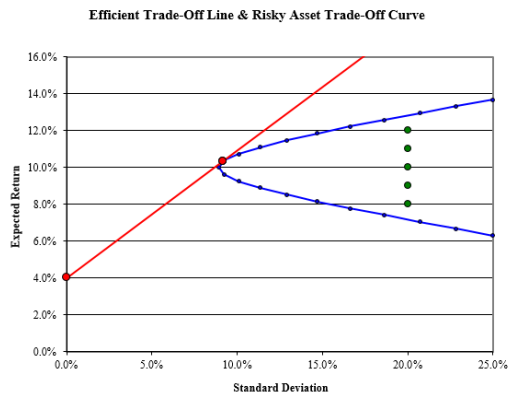
Siempre hay una cartera óptima particular de activos riesgosos que todos los inversionistas adversos al riesgo que comparten los mismos pronósticos de tasas de rendimiento, combinarán con el activo sin riesgo para alcanzar su cartera preferida.

Carteras con múltiples activos riesgosos

La figura 7 ilustra los datos y resultados de una hoja de cálculo electrónica utilizada para realizar la optimización de la cartera. Los *activos básicos* individuales son el Activo Riesgoso 1, el Activo Riesgoso 2, y así sucesivamente. Se les representa como puntos sombreados en el diagrama de la izquierda. La curva que queda al noroeste de estos puntos se denomina *frontera de la cartera eficiente* de activos riesgosos. Se define como el conjunto de *carteras* de activos riesgosos que ofrecen la tasa de rendimiento esperada más alta posible para cualquier desviación estándar dada.

Figura 07 Optimización de la cartera

Standard deviation (Expected return)			25.00%		Cetes 28	4.00%		Plazo	360	
Inputs	Standard Deviation	Expected Return	One plus Exp Ret [1+ E(r)]		Ones	Correlations				
						ALFA	AMX	CEMEX	GFNORTE	GMEXICO
Cetes 28	0.0%	4.0%	104.0%	100.0%						
ALFA	20.0%	8.0%	108.0%	100.0%		ALFA	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
AMX	20.0%	9.0%	109.0%	100.0%		AMX	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
CEMEX	20.0%	10.0%	110.0%	100.0%		CEMEX	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
GFNORTE	20.0%	11.0%	111.0%	100.0%		GFNORTE	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
GMEXICO	20.0%	12.0%	112.0%	100.0%		GMEXICO	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Outputs	Index for Expected Return	(x-axis) Standard Deviation	Efficient Frontier Curve Expected Return	Efficient Trade-off Line Expected Return	Individual Asset Expected Return	Standard Deviations				
						ALFA	AMX	CEMEX	GFNORTE	GMEXICO
						20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
						Variances and Covariances				
Risky Asset 1		20.0%			8.0%	ALFA	4.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Risky Asset 2		20.0%			9.0%	AMX	0.0%	4.0%	0.0%	0.0%
Risky Asset 3		20.0%			10.0%	CEMEX	0.0%	0.0%	4.0%	0.0%
Risky Asset 4		20.0%			11.0%	GFNORTE	0.0%	0.0%	0.0%	4.0%
Risky Asset 5		20.0%			12.0%	GMEXICO	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Trade-off Curve	0	25.0%	6.31%							
Trade-off Curve	1	22.8%	6.68%							



Fuente: Elaboración propia

La razón por la que los activos básicos individuales están *dentro* de la frontera eficiente es que generalmente hay una combinación de dos o más valores básicos que tienen una tasa de rendimiento esperada más alta que el valor básico para la misma desviación estándar.

La combinación óptima de activos riesgosos se encuentra como el punto de tangencia entre la línea recta desde el punto que representa el activo sin riesgo (en el eje vertical) y la frontera eficiente de activos riesgosos. La línea recta que une el activo sin riesgo y el punto de tangencia que representa la *combinación óptima de activos riesgosos*, es la mejor línea de compensación riesgo-rendimiento alcanzable.

La prima de riesgo

De acuerdo con el CAPM, la magnitud de la prima de riesgo de la cartera de mercado la determina la aversión al riesgo agregada de los inversionistas y la volatilidad del rendimiento de mercado. Para inducir a los inversionistas a que acepten el riesgo de la cartera de mercado, se les debe ofrecer una tasa esperada de rendimiento que exceda la tasa de interés libre de riesgo. Cuanto más alto sea el grado promedio de aversión de la población al riesgo, más alta será la prima de riesgo requerida.³⁵

Beta y primas de riesgo de valores individuales

El riesgo de una cartera eficiente se mide por σ . Sin embargo, la desviación estándar del rendimiento no mide por lo general el riesgo de valores en el CAPM. En lugar de eso, la medida general del riesgo de un valor es la beta³⁶ (la letra griega β). Técnicamente, la beta describe la contribución marginal del rendimiento de ese valor a la desviación estándar del rendimiento de la cartera de mercado.

La beta también proporciona una medida proporcional de la sensibilidad del rendimiento realizado de un valor respecto de la cartera de mercado.

Es una medida del riesgo sistemático asociado con un único tipo de acción o una cartera de acciones. El riesgo sistemático se mide con relación al mercado. En la mayoría de los casos, el mercado de referencia es el índice de valores S&P 500.

El coeficiente beta de un valor se calcula como la covarianza del exceso de rendimiento sobre el valor y el exceso de rendimiento sobre el mercado dividido por la varianza del exceso de rendimientos sobre el mercado. El exceso de rendimiento es la diferencia entre el rendimiento sobre la acción (o el mercado) y el rendimiento sobre el tipo exento de riesgo.

³⁵ En el CAPM, la prima de riesgo de equilibrio de la cartera de mercado es igual a la varianza de la cartera de mercado multiplicada por un promedio ponderado del grado de aversión al riesgo de los tenedores de riqueza. Así, de acuerdo con el CAPM, la prima de riesgo de mercado puede cambiar con el tiempo, ya sea porque cambie la varianza del mercado o el grado de aversión al riesgo, o ambos.

³⁶ Beta corresponde a lo que en estadística se conoce como coeficiente de regresión, donde la regresión tiene el rendimiento del mercado como variable independiente y el rendimiento del valor como la dependiente.

Según el modelo de mercado de W. F. Sharpe, coeficiente asociado a la variable independiente o explicativa de dicho modelo. También denominado coeficiente de volatilidad, mide el grado de vinculación o dependencia del rendimiento de ese activo con respecto al rendimiento del mercado.

El coeficiente β , también llamado coeficiente de volatilidad, es parámetro que indica el grado en el que las variaciones del rendimiento del mercado afectan al rendimiento de determinado título.

Por otra parte, el Coeficiente Alfa parte del rendimiento de un título o activo financiero que es independiente de las fluctuaciones del mercado. Es un Parámetro que mide la parte de la rentabilidad de un título que es independiente del mercado.

Es una medida estadística de la volatilidad de una acción, en relación con la de un conjunto representativo de valores básicamente considerados como libres de riesgos. Mide la fluctuación del precio de la acción comparativamente con el mercado.

Para valores o acciones en concreto, su Coeficiente Beta (β) se calcula usando análisis de regresión contra un índice representativo del valor del mercado, por ejemplo el IPC, en la Bolsa Mexicana de Valores. Siendo Beta una manera de estimar el riesgo del activo sobre la media de activos; los coeficientes Beta se utilizan para diversificar la composición de una cartera de activos, mezclando convenientemente activos con β distintos.

En su interpretación, la Beta como indicador de riesgo (sistemático), permite anticipar la dirección que seguirá la emisora con respecto al IPC:

- $\beta > 1$, es reactiva ya que cambia en mayor proporción a los cambios del IPC.
- $\beta \cong 1$, el desplazamiento es casi igual al del mercado, cambiando en la misma proporción al IPC.
- $\beta < 1$ son menos reactivas, ganará menos en un mercado a la alza, pero perderá también menos si el mercado baja.

Así, los valores con beta elevada (mayores que 1) se llaman "agresivos" porque sus rendimientos tienden a acentuar los de la cartera global de mercado,

subiendo más en mercados al alza y bajando más en mercados a la baja. De manera similar, los valores con betas bajas (menores que 1) se llaman "defensivos". Por definición, la cartera de mercado tiene una beta de 1 y se dice que los valores con una beta de 1 tienen un "riesgo promedio".

Tabla 03. Betas del mercado del (BMV-IPC)

Emisora	(β)	Emisora	(β)
Tlevisa Cpo	1.42	Geo B	0.94
Cie B	1.31	Telmex L	0.91
Ica *	1.21	Gfnorte O	0.82
Tvaztca Cpo	1.18	Contal *	0.81
Amx L	1.16	Kimber A	0.80
Soriana B	1.15	Gmexico B	0.79
Alfa A	1.07	Bimbo A	0.77
Femsa Ubd	1.06	Gmodelo C	0.77
Walmex V	1.04	Ara *	0.76
Telecom A-1	1.03	Desc B	0.72
Electra *	1.03	Vitro A	0.67
Gfinbur O	1.02	Gissa *	0.61
Gcarso A1	1.02	Peñoles *	0.49
Cemex Cpo	0.97	Comerci Ubc	-1.28

Ecuación de la recta

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$$

Donde:

- Y es la variable dependiente (son los rendimientos de la emisora que se desea medir)
- X es la variable independiente (son los rendimientos del IPC)
- β_0 es el intercepto
- β_1 es la pendiente de la recta. Es el *coeficiente Beta* (β) como medida de la volatilidad de una acción relativa a la variabilidad del IPC.

Cálculo de la Beta

$$\beta = \frac{(n * \sum Rm * Rj) - (\sum Rm * Rj)}{(n * \sum Rm^2) - (\sum Rm)^2}$$

Uso del CAPM en la selección de una cartera

El CAPM proporciona una base lógica para una estrategia pasiva simple de cartera:

- Diversificar sus tenencias de activos riesgosos en las proporciones de la cartera de mercado.

- Combinar esta cartera con el activo sin riesgo para lograr la combinación deseada de riesgo-rendimiento.

La diferencia entre la tasa promedio del rendimiento de un valor o una cartera de valores se conoce como alfa (la letra griega α).

Valuación y regulación de las tasas de rendimiento

Además de su uso en la selección de cartera, las primas de riesgo derivadas del CAPM se emplean en los modelos de valuación del flujo de efectivo descontado y en las decisiones de presupuestación de capital de empresas.

- Modelos de valuación del flujo de efectivo descontado

En la valuación de acciones, se ve al precio de ésta como el valor presente de todos los dividendos futuros esperados descontados a la tasa de capitalización bursátil.

$$P_0 \frac{D_1}{(1+k)} + \frac{D_2}{(1+k)^2} + \dots = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{D_t}{(1+k)^t}$$

donde D_t es el dividendo esperado por acción en el periodo t , y k es la tasa de descuento ajustada al riesgo, que es la tasa esperada de rendimiento que los inversionistas requieren para invertir en la acción. Al aplicar esta fórmula, se emplean el CAPM para calcular k .

Para tal efecto, es necesario conocer el costo de capital para tomar decisiones de inversión. Dicho costo es un promedio ponderado del costo de su capital accionario y de su deuda. Se puede utilizar un método basado en el CAPM, similar al utilizado para estimar el costo del capital accionario.

Modificaciones y Alternativas del CAPM

Una línea de investigación ha sido el desarrollo de teorías alternativas. La más destacada es la teoría de valuación por arbitraje (APT, por sus siglas en inglés). De acuerdo con la APT, puede existir una relación similar a la línea del mercado de valores aunque los inversionistas no sean optimizadores de media-varianza. Si hay suficientes valores diferentes para "diversificar" todos excepto los riesgos de mercado, la APT muestra que existirá una relación entre el rendimiento esperado y la beta, como consecuencia de que no haya oportunidades de arbitraje. Aunque la

estructura específica de riesgos de activos en estos modelos es diferente del CAPM, se mantienen las ideas básicas de éste: las primas de riesgo están relacionadas con amplios factores de riesgo sistemático y son importantes para grandes segmentos de la población. El CAPM requiere que los inversionistas sean optimizadores de cartera de media-varianza. La APT y el CAPM no son incompatibles; más bien, se complementan mutuamente.

2.9 APLICACIONES DEL VAR³⁷

VaR para una posición en dólares

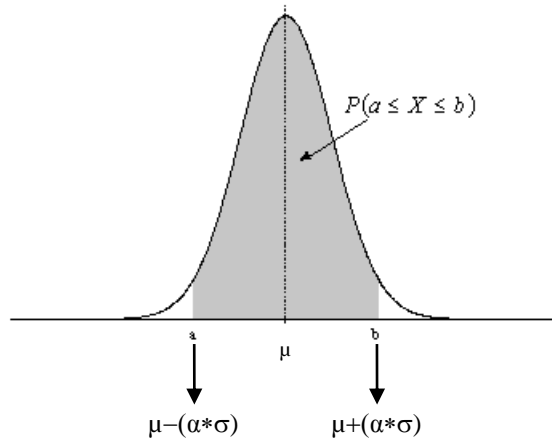
El Var es la máxima pérdida potencial en una posición, en un periodo dado (1 día) con un cierto nivel de confianza (entre el 95% y el 99%).

El VaR depende fundamentalmente de:

- La volatilidad (en función del mercado).
- Del tamaño de la posición (μ_d)
- Del horizonte de tiempo (el cual depende del grado de liquidez del tamaño de la posición, M_d)
- Del nivel de confianza (normalmente entre 95% y 99%)

NC	α
95%	1.65%
99%	2.33%

³⁷ Fuente: Administración de riesgos, BMV-Educación. Ver Apéndice 5. Aplicaciones complementarias del VaR.



¿Cuál es el intervalo del VaR dado un nivel de confianza?

$$\Pr(\mu - \alpha\sigma \leq \text{Var\%} \leq \mu + \alpha\sigma) = 95\%$$

Con $\mu \neq 0$, VaR diario:

$$\text{VaR}_d = (\mu_s \pm \alpha\sigma_s) * S_0 * Md$$

Donde:

VaR_d: Valor en riesgo diario

±: Signo negativo para la posición larga y positivo para la corta

S₀: Tipo de cambio

Md: Tamaño de la posición

VaR a n días:

$$\text{VaR}_n = (\mu_s * n \pm \alpha\sigma_d * \sqrt{n}) * S_0 * Md$$

¿Cuál VaR tiene mayor riesgo? Para comparar (riesgos) VaR:

$$\text{VaR}_{99\%} = \$1 \text{ con } \alpha 2.33\% \Rightarrow \$1 * (1.65 \div 2.33)$$

$$\text{VaR}_{95\%} = \$2 \text{ con } \alpha 1.65\% \Rightarrow \$2 * (2.33 \div 1.65)$$

- A) VaR(7d, 95%) = \$200,000
- B) VaR(5d, 99%) = \$280,000

Entonces $A \rightarrow B$:

$$\$_A * \sqrt{\frac{d_b}{d_a}} * \frac{\alpha_A}{\alpha_B}$$

$$200,000 * \sqrt{\frac{5}{7}} * \frac{2.33}{1.65} = 238,692.05$$

Suponiendo la volatilidad anualizada (σ_a):

VaR (1%, 1d) = \$60,000

$$VaR = \mu_a \pm \alpha \sigma_d * S_0 * Md$$

Donde: $\sigma_d = \frac{\left(\frac{\sigma_a}{100}\right)}{\sqrt{252}}$ (la σ_a es en fracciones)

VaR de un portafolio

$$VaRp = \alpha \sqrt{(X_1 \sigma_1)^2 + (X_2 \sigma_2)^2 + 2X_1 X_2 * \rho \sigma_1 \sigma_2}$$

El valor del portafolio depende de las volatilidades y de la correlación.

Cuando las posiciones son largas o cortas:

- $\rho = 1 \Rightarrow VaRp = VaR_1 + VaR_2$
- $\rho = -1 \Rightarrow VaRp = VaR_1 - VaR_2$
- $\rho = 0 \Rightarrow VaRp \neq 0 \quad \alpha \sqrt{(X_1 \sigma_1)^2 + (X_2 \sigma_2)^2}$

Cuando las posiciones son encontradas (largas o cortas):

- $\rho = 1 \Rightarrow VaRp = VaR_1 - VaR_2$
- $\rho = -1 \Rightarrow VaRp = VaR_1 + VaR_2$
- $\rho = 0 \Rightarrow VaRp \neq 0 \quad \alpha \sqrt{(X_1 \sigma_1)^2 + (X_2 \sigma_2)^2}$

El valor del portafolio depende de:

- La volatilidad de cada uno de los factores de riesgo del portafolio
- Correlación de los factores de riesgo

- Del signo
- Del tipo de posiciones que se traiga (corta o larga)

La matriz de correlaciones para el VaR:

- Depende de los factores de riesgo
- Debe ser simétrico
- Debe ser cuadrada (número de filas = número de columnas).

III. MEXDER Y ASIGNA

3.1 MERCADO DE DERIVADOS³⁸

Los productos derivados son instrumentos financieros cuyo valor depende (deriva) del precio de otro bien llamado subyacente (divisas, títulos de capital, deuda, índices accionarios, tasas) y cuyo objetivo es transferir el riesgo de estos últimos.

Algunos derivados financieros son los futuros³⁹, las opciones⁴⁰, los forwards y los swaps⁴¹.

Concepto

Mecanismo que permite las operaciones de compraventa de productos derivados a través de los contratos de futuros y de contratos de opción.

Mercados extrabursátiles

Los mercados de productos derivados nacieron como mercados OTC (Over-the-Counter) o extrabursátiles, en los que los contratos se negocian en forma bilateral y el riesgo de incumplimiento es asumido por ambas partes. (BMV-Educación, 2003:7)

El concepto OTC se utiliza para denominar a todas aquellas operaciones o productos que se negocian fuera de una bolsa organizada de valores. En México se refiere principalmente a la compra-venta a futuro de dólares, tasas de interés y otros instrumentos autorizados, que se realizan directamente entre participantes e intermediarios, entendiéndose como participantes a las personas físicas nacionales

³⁸ <http://www.mexder.com.mx/MEX/antecedentes.html>

³⁹ Futuros: Contrato que establece la compraventa de un activo en una fecha futura a un precio determinado en el momento de formalizar el contrato. A diferencia de las opciones, los futuros son de obligado cumplimiento

⁴⁰ Contrato por el que una de las partes, pagando una prima, tiene el derecho y no la obligación de vender o comprar el [activo subyacente](#) a un precio pactado en una fecha o período determinado. Activo negociado en el [mercado de opciones](#)

⁴¹ Swap: Permuta financiera en la que dos partes acuerdan intercambiar flujos monetarios en el tiempo.

y extranjeras y los intermediarios a las instituciones de crédito o casas de bolsa que obtienen autorización por escrito del Banco de México para realizar operaciones de compra-venta. (Glosario MexDer, 2006)

Mercados organizados

Los mercados organizados de productos derivados son aquellos en los que los contratos se negocian a través de un sistema implementado por una Bolsa específica y cuya estandarización contribuye a concentrar la negociación en un número específico de contratos, en el que las características se encuentran plenamente establecidas y determinadas, de tal manera que son prácticamente las mismas para aquellos contratos referidos a un mismo activo subyacente. Además de que son mercados que cuentan con la existencia de una cámara de compensación que se interpone entre ambas partes y que asume todos los riesgos de incumplimiento. Algunos mercados organizados son los siguientes:

- Mercado Mexicano de Derivados⁴² –MexDer–
- International Monetary Market⁴³ –IMM– del Chicago Mercantile Exchange⁴⁴ –CME–
- Chicago Board Option Exchange⁴⁵ –CBOE–
- Chicago Board of Trade⁴⁶ –CBT–)

⁴² <http://www.mexder.com.mx/MEX/paginaprincipal.html>

⁴³ <http://www.in-the-money.com/glossarynet/Internat.htm>

⁴⁴ <http://www.cme.com/>

⁴⁵ <http://www.cboe.com/>

⁴⁶ <http://www.cbot.com/>

Tabla 04 Diferencias de operación de contratos en mercados organizados y no organizados

Características	OTC	Organizados
1. Términos del contrato	Ajustado a las necesidades de ambas partes	Estandarizados
2. Lugar del mercado	Cualquiera	Mercado específico
3. Fijación de precios	Negociaciones	Cotización abierta
4. Fluctuación de precios	Libre	En algunos mercados existen límites
5. Relación comprador/vendedor	Directa	Vía Cámara de Compensación
6. Aportaciones	No usual	Siempre
7. Calidad de cobertura	A medida	Aproximada
8. Riesgo de contraparte	Lo asumen los participantes	Lo asume la Cámara de Compensación
9. Seguimiento posiciones	Exige medios especializados	Vía prensa o en piso
10. Regulación	No regulación general	Gubernamental y autorregulación
11. Liquidez	Escasa en muchos contratos	Amplia

Instituciones participantes en México

- MexDer, Mercado Mexicano de Derivados, S.A de C.V.
- Asigna, Compensación y Liquidación⁴⁷
- Socios liquidadores
- Operadores del mercado

MexDer⁴⁸

MexDer es la Bolsa de Derivados de México, la cual ofrece Contratos de Futuro y Contratos de Opción. Inició operaciones el 15 de diciembre de 1998, siendo constituida como una sociedad anónima de capital variable, autorizada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.⁴⁹

Asigna⁵⁰

Es la Cámara de Compensación y Liquidación del Mercado Mexicano de Derivados (MexDer), su función central es ser la contraparte y por tanto garante de todas las obligaciones financieras que se derivan de la operación de los contratos negociados.⁵¹

⁴⁷ Cámara de Compensación constituida como fideicomiso de administración y pago.

⁴⁸ Fuente: página de MexDer: <http://www.mexder.com.mx/MEX/paginaprincipal.html>

⁴⁹ <http://www.mexder.com.mx/MEX/antecedentes.html>

⁵⁰ Fuente: página de ASIGNA: <http://www.asigna.com.mx/ASG/HTML/home.html>

⁵¹ http://www.mexder.com.mx/MEX/Camara_de_Compensacion.html

Socios liquidadores⁵²

Fideicomiso de administración cuya finalidad es celebrar y liquidar contratos de futuros y contratos de opciones operados en Bolsa.⁵³

- Existen dos tipos de Socios Liquidadores. De posición propia. Liquidan Contratos de Futuros y Contratos de Opciones exclusivamente por cuenta de entidades del grupo financiero al que pertenezcan.
- De posición de terceros. Liquidan Contratos de Futuros y Contratos de Opciones por cuenta de clientes que no están clasificadas como cuenta propia.

Operadores del mercado

Instituciones de crédito, casas de bolsa, etc. cuya función sea actuar como comisionista de los Socios Liquidadores en la celebración de contratos por cuenta de terceros y capaces también de poder celebrar operaciones por cuenta propia, actuando como cliente de un socio liquidador.

3.2 LA BOLSA DE DERIVADOS DE MÉXICO (MEXDER)⁵⁴

La Bolsa de Futuros y Opciones

La Bolsa de Derivados de México (MexDer), es el lugar donde se llevan a cabo las operaciones de compraventa de contratos de futuros y de contratos de opciones. Su función es facilitar las transacciones con contratos poniendo en contacto a los sujetos económico superavitarios de hoy, con los que fueron ayer y que hoy desean desprenderse de sus contratos. (BMV-Educación, 2003:17)

Objetivo

Facilitar las instalaciones y mecanismos para que se coticen y negocien los contratos de futuros y de opciones.

⁵² Operadores, Socios Liquidadores y Formadores de Mercado:

http://www.mexder.com.mx/MEX/Abrir_una_Cuenta.html

⁵³ <http://www.mexder.com.mx/MEX/Glosario.html>

⁵⁴ Ver video: Video: <http://www.mexder.com.mx/MEX/mexder.htm>

Funciones

- Diseñar e incorporar los contratos de futuros y opciones que se pretendan negociar.
- Ser un organismo regulador, sancionador, de vigilancia y auditoria respecto de sí misma y de los demás participantes del mercado.

Obligaciones

Debe contar con:

- Sistemas operativos de negociación de contratos (Sentra Derivados).
- Sistema de control interno que capture en forma ordenada y completa la información generada en cada transacción (Siva Futuros: Reuters, Bloomberg).
- Sistemas de monitoreo y revisión de las operaciones celebradas.
- Sistema de monitoreo y revisión de las posiciones limite por contrato abierto (Por ejemplo, 500 posiciones de contrato de Cetes).
- Sistemas eficientes de información histórica y a tiempo real de las transacciones.
- Procedimientos de seguridad en caso de contingencias (Se opera un sistema espejo en Bancomer y en Pachuca, Hgo.).
- Sistemas de divulgación en caso de incumplimiento.
- Mecanismos para vigilar la actuación de la cámara de compensación.
- Evitar que en las operaciones que se celebren por cada tipo de Contrato de Futuro y Contrato de Opción, exista concentración de mercado por parte de Socios Liquidadores, Operadores u Operadores de Mesa.

3.3 LA CÁMARA DE COMPENSACIÓN (ASIGNA)⁵⁵

Asigna⁵⁶

Es la Cámara de Compensación y Liquidación del Mercado Mexicano de Derivados (MexDer), su función central es ser la contraparte y por tanto garante de

⁵⁵ Este tema se amplía en el material de filminas.

⁵⁶ Fuente: página de ASIGNA: <http://www.asigna.com.mx/ASG/HTML/home.html>

todas las obligaciones financieras que se derivan de la operación de los contratos negociados.⁵⁷

La cámara de compensación es un fideicomiso⁵⁸ cuya función consiste en determinar diariamente el saldo de las operaciones realizadas por cada socio liquidador y calcular las aportaciones correspondientes, abonándolas en la cuenta del socio correspondiente cuando éstos son positivos o cargándolos en el caso contrario, exigiendo además aportaciones de fondos complementarios y liquidando las posiciones de los operadores cuando ello sea necesario.

Solamente los Socios Liquidadores son miembros de la cámara de compensación y son los únicos que pueden realizar aportaciones a la cámara; los operadores y clientes lo harán indirectamente por medio de los Socios Liquidadores.

⁵⁷ http://www.mexder.com.mx/MEX/Camara_de_Compensacion.html

⁵⁸ Fideicomiso de administración y pago constituido en BBVA Bancomer y sus fideicomitentes son Banamex Citigroup, BBVA Bancomer, Scotiabank Inverlat, Santander-Serfin, así como el Instituto para el Depósito de Valores S.D. Indeval.

IV. PRODUCTOS DERIVADOS⁵⁹

Un producto derivado es un instrumento financiero cuyo valor depende del valor de otras variables subyacentes. Estos productos financieros pueden ser operados a través de mercados organizados (Futuros y Opciones) o pueden pactarse directamente entre instituciones financieras y sus clientes (forwards y otros tipos de Opciones) en lo que comúnmente se le llama mercado OTC (Over The Counter).

Lo más normal es que las variables subyacentes de los derivados sean los precios de instrumentos financieros. Una opción o futuro sobre una acción, por ejemplo, es un derivado cuyo valor depende del precio de la acción. Sin embargo, los derivados pueden depender de casi cualquier variable, desde el precio del jitomate hasta la cantidad de lluvia que caerá en una determinada época del año.

La volatilidad y la consiguiente poca certidumbre sobre el futuro de los mercados financieros dieron origen a los productos derivados, los cuales tienen como función primordial proveer al inversionista de instrumentos de cobertura contra movimientos adversos del mercado y contar con mayor certidumbre sobre los flujos futuros de efectivo. Entre los principales beneficios encontramos.

- Aseguran precios futuros sobre subyacentes cuyos precios pueden ser muy volátiles,
- Mayor certidumbre sobre los flujos de efectivo futuros,
- Reducción de costos de transacción y costos de reasignación de activos,
- Creación de vías ágiles para el arbitraje entre mercados,
- Alineación de precios de los instrumentos de deuda, acciones y derivados incrementando con ello la eficiencia y la liquidez en sus respectivos mercados.

⁵⁹ Tomado de MexDer, <http://www.mexder.com.mx/wb3/wb/MEX/home>

4.1 MÁRGEN (APORTACIÓN INICIAL MÍNIMA)

Si dos inversionistas deciden operar productos derivados directamente entre ellos existe el riesgo de que uno de ellos no reconozca la transacción y no entregue o compre el subyacente o que su pérdida en la transacción sea tal que no pueda enfrentar su obligación. Sin embargo, al operar a través de mercados organizados existe el soporte de una Cámara de Compensación la cual se hace responsable de todas las transacciones en el mercado. Esta a su vez, minimiza la probabilidad de incumplimiento al requerir un monto que debe ser necesario para cubrir la pérdida ocasionada por el incumplimiento. A dicho monto se le llama margen. En el mercado mexicano de derivados se conoce como Aportación Inicial Mínima (AIM).

La AIM es el monto mínimo requerido para soportar una posición de derivados. El monto de AIM se obtiene al calcular la pérdida potencial máxima en un día sobre su posición de derivados, de esta forma se asegura que al momento de que alguien incumpla, la cámara, que es la que mantiene las AIM'S, pueda cerrar la posición del incumplido y pagar a la contraparte lo que le corresponde, esto a pesar de un movimiento adverso importante.

4.2 CÁMARA DE COMPENSACIÓN

Una cámara de compensación en una institución cuya función fundamental es la protección del mercado de derivados, la cual se responsabiliza de cumplir con todas las obligaciones adquiridas al operar en el mercado de derivados. Es decir, funge como acreedora y deudora recíproca en todas las transacciones.

La responsabilidad de la cámara conlleva un riesgo altísimo. Sin embargo, mediante una serie de mecanismos de control de riesgos y de supervisión, asegura el cumplimiento de las obligaciones que los operadores adquieren y logra eliminar, en algunos casos, y la disminución en otros, de los riesgos que se corren al operar derivados.

Riesgo Principal.

El riesgo principal es aquel ocasionado por la posibilidad de entregar sin recibir. Este tipo de riesgo es eliminado en el momento que las transacciones son

llevadas a cabo por medio de los sistemas de una Cámara de Compensación utilizando la liquidación DVP (Entrega contra Pago).

Riesgo Liquidez

El riesgo liquidez ocurre cuando el retraso o incumplimiento de una operación retrasa el flujo de pagos de otros participantes. Este tipo de riesgo es posible disminuirlo al utilizar una cámara de compensación ya que el proceso de compensación al ser multilateral reduce sustancialmente los flujos.

Riesgo Crédito

El riesgo crédito es aquel al cual se enfrenta cada participante del mercado OTC al enfrentar un posible incumplimiento por parte de cualquiera de sus contrapartes ocasionado por una mala administración financiera. Este riesgo disminuye al realizar las operaciones utilizando una cámara de compensación dado que ahora los operadores trasladan sus derechos a una contraparte solvente, que esta especializada en administrar riesgos, entre ellos el de crédito.

Riesgo de Mercado

Es el riesgo ocasionado por las fluctuaciones del mercado. Este riesgo es ampliamente controlado por una cámara de compensación al valorar las operaciones diariamente y no dejar que las pérdidas se acumulen. Igualmente, movimiento de los precios intradía es cubierto por un margen que cubre la máxima variación esperada en un día.

Además, una Cámara de Compensación otorga otros beneficios:

- Proporciona transparencia en la administración y contención del riesgo de contraparte. La Cámara acuerda seguir un proceso para liquidar sus obligaciones bien definido e informa a todos los Participantes sobre los procedimientos de administración de riesgo que usará y los recursos con los que cuenta.
- Minimiza el uso del crédito y el fondeo de operaciones. La compensación de operaciones disminuye en forma importante los volúmenes de fondeo de operaciones y por tanto el requerimiento de crédito de los mismos.

- Minimiza la tasa de incumplimientos. El proceso de compensación de obligaciones reduce el requerimiento de los recursos en la liquidación de operaciones, disminuyendo significativamente la tasa de incumplimientos, asimismo elimina las cadenas de incumplimientos.

4.3 TIPOS DE DERIVADOS

Futuros

Un Contrato de Futuro es el acuerdo de comprar o vender un activo subyacente a un cierto precio y en una fecha futura.

La mayor parte de los Contratos de Futuros que se inician no llegan a liquidarse ya que los inversionistas prefieren cerrar sus posiciones antes de la fecha de liquidación especificada en el Contrato. Los términos del contrato son: la cantidad o tamaño del contrato, la fecha de vencimiento y el precio al cual se realizará el hecho o intercambio.

Valuación

La definición de los precios de futuros, como en todos los productos de la economía, son definidos por la oferta y la demanda, sin embargo el precio al que se esta dispuesto a vender o comprar depende fundamentalmente del nivel de tasas de interés relevante. La tasa de interés relevante será aquella que esta relacionada al plazo del contrato del futuro.

En los mercados financieros es preciso poder reconocer los flujos de efectivo que suceden a lo largo del tiempo, y la relación entre dichos flujos. La toma de decisiones de inversión y financiamiento requiere del conocimiento de los principios económicos básicos que sostienen a los mercados.

Los mercados financieros permiten a los participantes ajustar sus patrones de consumo e inversión a lo largo del tiempo. Es fácil demostrar cómo la tasa de interés afecta a las decisiones de inversión y financiamiento, de ahorro y consumo. Los mercados financieros proporcionan una medida de comparación para tomar decisiones económicas.

Un proyecto de inversión vale la pena solamente si incrementa el rango de opciones ya presentes en los mercados financieros. Para que esto suceda, el proyecto necesariamente tiene que ser por lo menos tan deseable como las alternativas que ya existen en los mercados. Si el proyecto no fuese tan deseable como las alternativas existentes, los inversionistas simplemente utilizarían a los mercados financieros en lugar de realizar el proyecto. Este punto es clave para llevar a cabo cualquier decisión de inversión, es el primer principio de toma de decisiones de inversión, y es el fundamento sobre el cual todas las reglas de valuación se construyen y los futuros no son la excepción.

Dado que la tasa de interés refleja el costo del dinero en el tiempo es posible suponer que un precio de cualquier activo en el futuro dependerá de la tasa de interés relevante.

Base

La base es una medida necesaria para establecer las pérdidas y ganancias diarias sobre tu posición de futuros. La base es la diferencia entre el precio del contrato del futuro y el precio spot del activo subyacente. Ésta puede ser positiva o negativa, dependiendo de si el precio del futuro es mayor o menor que el precio del contado.

Cuando el precio spot sube más que el precio del contrato del futuro, la base se incrementa. A esto se le llama un reforzamiento de la base. En cambio, cuando el precio del contrato del futuro aumenta más que el precio spot, la base se reduce. A esto se le llama un debilitamiento de la base.

Utilidad

La principal función de los derivados es servir de cobertura ante fluctuaciones de precio de los subyacentes. Los beneficios de los productos derivados, como los Futuros, son especialmente aplicables en los casos de:

- Inversionistas institucionales que requieran una estrategia para su cartera de inversión comprando futuros sobre Bonos para asegurar el costo de una tasa implícita.

- Importadores que requieran dar cobertura a sus compromisos de pago en divisas.
- Tesoreros de empresas que busquen protegerse de fluctuaciones adversas en las tasas de interés.
- Inversionistas que requieran proteger sus portafolios de acciones contra los efectos de la volatilidad.
- Inversionistas institucionales como Aseguradoras, Afores, Rentas Vitalicias que requieren que el dinero invertido en su cartera mantenga su valor en el tiempo, garantizando la obtención de un rendimiento real conocido.

4.4 ESTRATEGIAS CON FUTUROS

Cobertura

Las operaciones de cobertura surgen por la necesidad de reducir o eliminar el riesgo que se deriva de la fluctuación del precio del activo subyacente.

Como regla general, una posición compradora o "larga" en el activo subyacente se cubre con una posición vendedora o "corta" en el mercado de futuros.

La situación inversa, es decir, una posición "corta" en el activo subyacente, se cubre con una posición compradora o "larga" en el mercado de futuros.

Especulación

Se trata de una actuación que pretende obtener beneficios por las diferencias previstas en las cotizaciones, basándose en las posiciones tomadas según la tendencia esperada. El especulador pretende maximizar su beneficio en el menor tiempo posible, minimizando la aportación de fondos propios. Cuando se posee o se prevé detentar una posición firme de contado y no se adopta cobertura alguna, también se está especulando. Dicha actuación debe calificarse de especulación pasiva o estática, a diferencia de la anteriormente enunciada, que se refiere a especulación activa o dinámica.

El elevado grado de apalancamiento financiero o "efecto leverage" que se consigue en los contratos de futuros hace especialmente atractiva para el

especulador la participación en dichos mercados; por ello, quienes realizan operaciones de carácter especulativo dinámico saben que el importante efecto multiplicativo de las plusvalías va a resultar muy gratificante cuando se prevea correctamente la tendencia de las cotizaciones. Precisamente por el alto grado de apalancamiento que incorporan los contratos de futuros y por su evolución de carácter simétrico respecto a la generación de pérdidas y ganancias, los especuladores deben conocer que el mismo efecto multiplicativo, pero en sentido inverso, se produce al prever erróneamente la tendencia de las cotizaciones, siendo por ello conveniente adoptar medidas de precaución como complemento de la operación especulativa.

4.5 INDICADORES DE SENSIBILIDAD EN FUTUROS

Duración

Duración es un indicador de sensibilidad de primer orden que mide el cambio en el precio dado un cambio en la tasa relevante para descontar los flujos.

El concepto de duración es importante para el uso de coberturas en los contratos de futuros sobre tipos de interés. La duración de una obligación es una medida del tiempo que, en promedio, debe esperar el propietario de una obligación hasta recibir sus liquidaciones en metálico.

Sin embargo, el esquema de cobertura basado en la duración sólo considera cambios paralelos en la curva de rendimientos. En la práctica, los cambios no son paralelos en toda la curva, es decir, las tasas de interés a corto plazo se comportan de manera diferente a las de largo plazo (i.e, las tasas de corto plazo son generalmente más volátiles que las de largo plazo). De esta manera, la duración como única medida para definir la estrategia de cobertura no es suficiente. Un indicador de sensibilidad que refleja un comportamiento más real de la curva de rendimiento es la convexidad.

Convexidad

Es un indicador de sensibilidad de segundo orden que mide el cambio en la duración dado un cambio en la tasa relevante para descontar los flujos futuros del instrumento.

4.6 FUTUROS EN EL MERCADO MEXICANO DE DERIVADOS

Futuros sobre Índice.

Dentro de esta clasificación solo se encuentra el Futuro sobre el IPC.

Futuro sobre IPC

El activo subyacente para este futuro es el Índice de Precios y Cotizaciones de la BMV-IPC siendo este el principal indicador del comportamiento del mercado accionario de la BMV, el cual expresa el rendimiento de este mercado tomando como referencia las variaciones de precios de una muestra balanceada, ponderada y representativa del total de los títulos accionarios cotizados en la BMV.

Futuros sobre Instrumentos de Deuda

Dentro de esta clasificación se encuentran los siguientes futuros: Futuro sobre CETES a 91 días, Futuro sobre TIIE a 28 días, Futuro sobre Bono a 3 años y Futuro sobre Bono a 10 años.

Futuro CE91

El activo subyacente para este futuro son los Certificados de la Tesorería de la Federación con un plazo de 91 días, son títulos de crédito al portador denominados en moneda nacional a cargo del Gobierno Federal. Estos títulos son colocados a descuento, conforme lo establece la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Los montos, rendimientos, plazos y condiciones de colocación, son determinados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, oyendo previamente la opinión del Banco de México. El Activo Subyacente del Contrato de Futuro sobre Cetes tiene un plazo homogéneo de 91 días, con independencia de que los Cetes de referencia puedan tener plazos distintos en caso de días inhábiles.

Futuro TE28

El activo subyacente para este futuro son los depósitos a 28 días que tienen como rendimiento a la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio TIIE a 28 días, calculada por el Banco de México con base en cotizaciones presentadas por las instituciones de banca múltiple mediante un mecanismo diseñado para reflejar las condiciones del mercado de dinero en moneda nacional. El procedimiento de cálculo de la tasa se establece en la Circular 2019/95 emitida por el Banco de México.

Futuro M3

El activo subyacente para este futuro es el Bono de Desarrollo del Gobierno Federal con Tasa de Interés Fija, emitido o a emitirse por el Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, y colocado por el Banco de México, en su carácter de agente financiero del Gobierno Federal, a un valor nominal de 100 (cien pesos) y por un plazo de 3 (tres) años.

Futuro M10

El Activo Subyacente para este futuro es el Bono de Desarrollo del Gobierno Federal con Tasa de Interés Fija, emitido o a emitirse por el Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, y colocado por el Banco de México, en su carácter de agente financiero del Gobierno Federal, a un valor nominal de 100 (cien pesos) y por un plazo de 10 (diez) años.

Futuros sobre Acciones

Dentro de esta clasificación se encuentran los siguientes futuros: Futuro sobre emisora Cemex CPO, Futuro sobre emisora Femsa UBD, Futuro sobre emisora GCarso A1, Futuro sobre emisora GFBB O y Futuros sobre emisora Telmex L.

Futuro CMXC

El Activo Subyacente para este futuro son los Certificados de Participación Ordinaria emitidos sobre acciones representativas del capital social de Cementos Mexicanos S.A. de C.V. Títulos listados en la Bolsa Mexicana de Valores.

Futuro FEMD

El Activo Subyacente para este futuro son las Unidades Vinculadas que representan 1 acción serie B y 4 acciones serie D representativas del capital social de Fomento Económico Mexicano S.A. de C.V. Títulos listados en la Bolsa Mexicana de Valores.

Futuro GCAA

El Activo Subyacente para este futuro son las acciones serie A1 representativas del capital social de Grupo Carso S.A. de C.V. Títulos accionarios listados en la Bolsa Mexicana de Valores.

Futuro GFBO

El Activo Subyacente para este futuro son las acciones serie O representativas del capital social de Grupo Financiero BBVA Bancomer S.A. de C.V. Títulos accionarios listados en la Bolsa Mexicana de Valores.

Futuro TMXL

El Activo Subyacente para este futuro son las acciones serie L representativas del capital social de Teléfonos de México S.A. de C.V. Títulos accionarios listados en la Bolsa Mexicana de Valores.

Futuros sobre Divisas

Dentro de esta clasificación solo se encuentra el Futuro sobre el Dólar de los Estados Unidos de América.

Futuro sobre DEUA

El activo subyacente para este futuro es Dólar de los Estados Unidos de América.

4.7 OPCIONES

Las Opciones son contratos en donde el comprador adquiere el derecho de comprar (CALL) o vender (PUT) cualquier Activo Subyacente a un precio previamente establecido (Precio de Ejercicio) en una fecha futura (Fecha de Vencimiento). Dicho derecho puede ser ejercido únicamente al Vencimiento (Opción Estilo Europeo) o en cualquier momento durante la vida de la opción incluyendo la fecha de vencimiento (Opción Estilo Americana).

Call

Es el contrato de una opción que otorga al comprador el derecho a comprar el subyacente al precio de ejercicio durante un periodo (Americana) o en una fecha específica (Europea). Para el vendedor del call, el contrato representa la obligación a vender el activo subyacente.

Put

Es el contrato de una opción que otorga al comprador el derecho de vender el activo subyacente al precio de ejercicio durante un periodo (Americana) o en una fecha específica (Europea). Para el vendedor del put, el contrato representa una obligación a comprar el activo subyacente.

Beneficios de operar Opciones.

El mayor beneficio que te dan las opciones es su versatilidad. Pueden ser tan conservadoras o tan especulativas como la estrategia de inversión sugiera. Las opciones permiten diseñar las posiciones de acuerdo a las necesidades o circunstancias del inversionista.

Como las acciones, las opciones pueden ser utilizadas para tomar posiciones en el mercado para capitalizar un alza del mercado. Sin embargo, a diferencia de invertir en acciones, la inversión en opciones también puede ser utilizada para aprovechar una baja del mercado. Al mismo tiempo, las pérdidas de los compradores de opciones están limitadas al monto de la prima, por lo que el riesgo de comprar una opción es menor al de invertir en acciones. En cambio, los vendedores de las opciones asumen un riesgo significativo en caso de no tener cubierta su posición.

4.8 PRIMA

En el mercado de opciones el precio de la opción se llama prima. Como cualquier otro precio en la economía, el precio de la opción lo determina la oferta y la demanda. Sin embargo, el precio al que se esta dispuesto a comprar o vender depende fundamentalmente de seis factores.

1 Precio Spot

Existe una relación directa entre el precio del subyacente y la prima de la opción. Las variaciones en el precio del subyacente suponen variaciones en la prima. Estos cambios en el precio tienen efectos opuestos en Calls y Puts.

En términos generales, una subida en la cotización del subyacente incrementa el precio del Call y disminuye el del Put, y una baja en el precio del subyacente disminuye el precio del Call y aumenta el del Put.

2 Precio de Ejercicio

El precio de ejercicio determina si es que una opción tiene valor intrínseco. Se dice que una opción de compra tiene valor intrínseco (Dentro del Dinero) si el precio de ejercicio es menor que el precio de la acción. Por otro lado, si el precio de ejercicio es mayor que el de la acción, entonces decimos que la opción compra no tiene valor intrínseco o está fuera del dinero. Finalmente, si estos dos precios son iguales, entonces la opción compra está exactamente en el dinero. El motivo de esto es simple, si una Opción se encuentra dentro del dinero, es porque tiene un valor positivo si es que se quiere vender. Si, por el contrario, se encuentra fuera del dinero, nadie querrá comprarla.

Para una opción de venta, sucede lo contrario. Si el precio de ejercicio es mayor que el precio de la acción entonces la opción de venta se encuentra dentro del dinero. Por el contrario, si el precio de la acción es mayor que el de ejercicio, la opción venta se encuentra fuera del dinero. Finalmente, si los dos precios son iguales, la opción venta está exactamente en el dinero.

Para un determinado precio del subyacente, las opciones Call con Precio de Ejercicio más alto valen menos que las de Precio de Ejercicio más bajo (porque hay menos probabilidad de obtener beneficios); y las opciones Put con Precio de

Ejercicio más alto valen más que las de Precio de Ejercicio más bajo, (también porque hay menos probabilidad de obtener beneficios).

3 Tiempo de vencimiento

El tiempo es una variable muy importante en el valor de las opciones. Las opciones pierden valor conforme pasa el tiempo, de manera que si ninguna otra variable cambia, sólo con el paso de los días el valor de una opción disminuye.

Esto dado que, cuánto más lejana esté la fecha de vencimiento de una opción, mayor incertidumbre habrá sobre los movimientos del precio del subyacente, y en consecuencia, mayor probabilidad de que el comprador obtenga beneficios (dado que las pérdidas están limitadas y las ganancias no). Dado que las opciones, son un juego de suma cero (lo que gana uno lo pierde otro), el vendedor tiene más probabilidades de perder en cuanto más tiempo exista a vencimiento por lo que exigirá una prima mayor para asumir el riesgo. Lo contrario sucede cuando el vencimiento se acerca, las probabilidades de ganar para el comprador disminuyen por lo que para tener incentivos para comprar, el precio tiene que ser lo suficientemente bajo.

4 Dividendos

Los dividendos se pagan a los accionistas, pero no a los inversionistas de opciones sobre acciones. Sin embargo, dado que el precio de subyacente (en este caso acciones) es afectado por el pago del dividendo y como ya vimos, el precio del subyacente afecta la prima; los dividendos afectan el valor de las opciones.

5 Volatilidad

La volatilidad de un activo, por ejemplo de una acción, es una medida de la variabilidad de las cotizaciones de dicha acción, a mayor variabilidad mayor volatilidad. Una acción cuya cotización fuese siempre la misma tendría volatilidad cero. Sin embargo, la volatilidad de un activo varía en el tiempo. La volatilidad es el parámetro que más influye en la determinación del precio de una opción, puesto que marca la probabilidad de que el precio spot se acerque o sobrepase el precio de ejercicio.

Sabemos que al medir la volatilidad, está no marca tendencias, sino que determina movimientos, los cuales pueden ser positivos o negativos. También sabemos que las pérdidas en opciones están limitadas y las ganancias no, por lo que al contar con una volatilidad alta la probabilidad de ganancia es mayor, aunque la volatilidad pueda moverse en tu contra. En consecuencia a mayor volatilidad, manteniendo las otras variables constantes, mayor el precio de la opción.

Consideremos el caso en que la volatilidad es alta, entonces sabemos que es muy probable que el precio del subyacente suba sustancialmente o baje, igualmente, de manera importante (dado que existe la misma probabilidad de que suba o baje). En el escenario alcista el comprador de un call ganaría mucho, en cambio, en el escenario contrario perdería únicamente el valor de la prima. Para el caso de un comprador de una opción Put, se beneficia igualmente de una volatilidad alta, puesto que en el escenario alcista únicamente pierde la prima y en el escenario a la baja tendría ganancias considerables. Por lo tanto, una volatilidad es conveniente para el comprador de la opción (Put o Call) y afecta al vendedor. Así, el comprador estará dispuesto a pagar un precio alto y el vendedor no aceptará un precio bajo. En consecuencia, a mayor volatilidad mayor precio de la opción.

El valor de los otros cinco factores que afectan el precio de la opción son únicos y conocidos, sin embargo, para la volatilidad no existe un valor único. Es necesario que su valor se estime y existen varias formas de hacerlo, algunas de ellas son las siguientes:

- Volatilidad Histórica: Es la volatilidad obtenida por medio de series históricas del subyacente. Aquí el supuesto es que el pasado puede repetirse.
- Volatilidad Implícita: La volatilidad implícita es, como su nombre lo indica, la volatilidad que está implícita en el precio de una opción siendo conocidos el resto de los factores que intervienen en la valuación de las opciones.

En un momento determinado podemos decir que la volatilidad es alta si la volatilidad implícita es superior a la volatilidad histórica. Y por el contrario diremos que la volatilidad es baja si la volatilidad implícita es inferior a la volatilidad histórica.

6 Tasa De Interés

La tasa de interés libre de riesgo (la tasa de CETES a 28 días) afecta al precio de una opción, de forma que cuanto mayor sea el tasa, por lo general, las opciones Call valen más y las opciones Put valen menos. Sin embargo, los cambios en este factor tienen un efecto pequeño sobre el precio de la opción.

4.9 INDICADORES DE SENSIBILIDAD PARA LAS OPCIONES

Los indicadores de sensibilidad son aquellos que miden los efectos que existen sobre la prima de la opción ante los cambios de los diferentes factores que la determinan. Estos factores incluyen el precio del valor subyacente, la volatilidad del precio de éste, la tasa de interés y el tiempo.

Delta

La delta de una opción δ , se define como la tasa de cambio del precio de una opción con respecto al precio de la opción. Generalmente se le da tres interpretaciones: 1) es la sensibilidad de la prima a las variaciones del precio del subyacente, 2) es el equivalente en el subyacente de la opción y, 3) es la probabilidad de que la opción sea ejercida o acabe dentro del dinero.

Gama

La gama γ , a veces se define como la delta de la delta. Es decir, es la sensibilidad de la delta a los cambios de los precios del activo subyacente. En términos algebraicos es la razón de los cambios en la delta entre un cambio en el precio del subyacente. Lo que nos indica es el riesgo inherente en la delta o la velocidad de los ajustes para las posiciones de delta-neutral. Dicho de otra manera, el valor de la gama nos indica lo que aumenta o disminuye la delta de la opción si el precio de la acción subyacente cambia. Si la γ es pequeña, entonces la delta cambia muy poco y los ajustes necesarios para rebalancear una estrategia de delta neutral será muy poco frecuente. Por su parte, si γ es muy alta entonces la delta es muy sensible al precio de la acción por lo que es muy riesgoso dejar un portafolio delta neutral sin cambios o rebalanceos por un periodo de tiempo largo. Por consiguiente, la gama sirve para medir la frecuencia con la que deberá ajustarse

una cobertura delta neutral. Por esto, algunos denominan a la gama como la curvatura de la opción.

Teta

La teta θ de una opción mide la sensibilidad del precio de la opción al paso del tiempo hasta que la opción expire. Entre mayor sea el valor absoluto de teta, mayor será la pérdida por día del valor de la opción proveniente de mantener una opción debido al decaimiento del tiempo de la opción.

Vega

Como se recuerda, los precios de las opciones dependen de las volatilidades del precio subyacente. Como sabemos el precio de las opciones cambiará sensiblemente ante un cambio en la volatilidad. En particular, un cambio relativamente pequeño en la desviación estándar anual causa un cambio relativamente grande en el precio de la opción, especialmente para opciones de larga vida. La vega $\sqrt{}$, mide el cambio en el precio de la opción ante un cambio en la volatilidad de la opción.

Rho

La rho mide el cambio del precio de la opción ante un cambio en la tasa libre de riesgo. Sin embargo, la sensibilidad es poca.

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 01. Pérdidas con derivados: dos eventos relevantes	10
Tabla 02. Rendimientos diarios del IPC	20
Tabla 03. Betas del mercado del (BMV-IPC)	44
Tabla 04 Diferencias de operación de contratos en mercados organizados y no organizados	52

FIGURAS

Figura 01. Variación relativa del IPC 2012.....	20
Figura 02. Distribución normal del rendimiento de los precios de las acciones	22
Figura 03. Correlación positiva.....	31
Figura 04. Correlación negativa	32
Figura 05. Correlación nula	32
Figura 06 Combinación óptima de activos riesgosos.....	39
Figura 07 Optimización de la cartera	41

BIBLIOGRAFÍA BASE PARA LA COMPILACIÓN

- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., & González Pozo, V. (2008). *Estadística para administración y economía*. México: International Thomson.
- Berk, J. B., De Marzo, P., Enríquez, B. J., & Valencia, H. H. (2008). *Finanzas corporativas*. México: Pearson Educación.
- BMV-Educación, Administración de riesgos.
- Bodie, Z., & Merton, R. C. (2010). *Finanzas*. México: Pearson Educación.
- Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2006). *Principios de finanzas corporativas*. Madrid, McGraw-Hill.
- Jorion, P. (2010). *Valor en riesgo*. México: Limusa.
- Kozikowski, Z. Z. (2007). *Matemáticas financieras: El valor del dinero en el tiempo*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Lara Haro, A. D. (2010). *Medición y control de riesgos financieros*. Mexico, Limusa.
- Lind, D. A., Marchal, W. G., & Wathen, S. A. (2008). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. México, D. F: McGraw Hill.
- Ross, S. A., Westerfield, R. W., Jaffe, J. F., & Gómez, M. A. (2010). *Finanzas corporativas*. México: McGraw-Hill.
- Steiner, B., Arévalo, S. P., & López, G. M. A. (2002). *Conceptos esenciales del mercado financiero: 100 términos financieros desarrollados con ejemplos*. Madrid: Pearson Educación.
- Venegas Martínez, Francisco, (2008). *Riesgos financieros y económicos: Productos derivados y decisiones económicas bajo incertidumbre*. Cengage Learning Latin América.
- Walpole, R. E. (2007). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Pearson Educación.

APÉNDICES

APÉNDICE 1. DESASTRES FINANCIEROS⁶⁰

Se suele considerar al riesgo operacional como el principal riesgo que conlleva el uso de derivados de crédito. Se entiende por riesgo operacional, el riesgo al que pueden incurrir los operadores al usar imprudentemente cualquier instrumento derivado para la especulación en lugar de hacerlo como cobertura. Por ejemplo, las pérdidas injustificadas en operaciones de derivados causaron la disolución de Barings, un banco de inversión británico, y contribuyó también al impago del condado de Orange en California.⁶¹

Barings Bank⁶²

El 26 de febrero de 1995 se hizo público que el banco británico Barings se declaraba en bancarrota. Este colapso fue totalmente inesperado, pues este era el banco más antiguo de Inglaterra (y era el banco de la Reina) y lo que más llamó la atención es que el descalabro fue provocado por un agente de una pequeña oficina ubicada en Singapur. El operador se llamaba Nicholas Leeson⁶³.

El Barings había mantenido una oficina en Singapur desde el año 1987 llamada originalmente Barings Securities Singapore (BSS). Ella estaba originalmente enfocada en los activos de capital, pero el volumen de transacción de futuros en el SIMEX (hoy, Singapore Exchange) era creciente.

⁶⁰ Fuente: http://www.condusef.gob.mx/cultura_financiera/finanzas_personales/riesgos_fin.html

⁶¹ Fuente: Caparrós Ruipérez, Álvaro Miguel, Derivados de crédito, nuevos instrumentos financieros para el control del riesgo, Director del Departamento de Análisis y Riesgos, Eurobolsa Gestión de Valores http://www.uclm.es/AB/fcee/D_trabajos/0-2002-1.pdf

⁶² Fuente: Carolina Queupil Quilamán, Las disposiciones de Basilea y su adopción en la industria bancaria chilena, Santiago, Chile, Diciembre 2004.

http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2004/queupil_c/sources/queupil_c.pdf

También se recomienda consultar: http://es.wikipedia.org/wiki/Baring_Brothers y

<http://www.bbbsa.ch/Default.aspx?p=9>

⁶³ Ver:

- <http://www.nickleeson.com/>
- El Capitalismo en la cuerda floja, Mario Vargas Llosa; <http://www.galeon.com/froblesortega/elcapitalismoen.html>
- El fracaso del Banco Baring; <http://www.doeda.com/barings.spanish.html>
- La Cuenta Secreta, Nicholas Leeson, Editorial Sudamericana, 1996 (en inglés, Rouge Trader), <http://www.amazon.com/88888-Cuenta-Secreta-Nick-Leeson/dp/9500711206>
- Roguer trade (DVD); http://www.dvdempire.com/Exec/v4_item.asp?userid=&item_id=9141

Sin un puesto en la Bolsa de Comercio, el BSS tenía que pagar comisiones por todas sus transacciones. Así, el siguiente paso era comprar un puesto en la Bolsa y luego contratar operadores.

Hacia 1992 Leeson solicitó un puesto en BSS, y dado el buen desempeño que tenía, fue aceptado y, más aún, fue nombrado gerente general, con la autoridad tanto para contratar operadores como al personal de oficina (back-office). Así, Leeson llegó a BSS en 1992 y comenzó a contratar personal local. Leeson era el Gerente general, encabezaba a los operadores (traders) y, debido a su experiencia en el área de operaciones, lideraba el back-office. Claramente, estaba sonando la alarma del potencial (más bien real) conflicto de intereses.

Leeson y sus operadores tenían autorización para realizar dos tipos de negocios:

- Llevar a cabo órdenes de futuros y opciones para clientes o para otras empresas que formaban parte de la organización del Barings, y
- Arbitrar diferencias de precios entre futuros del Nikkei transados en el SIMEX y la Osaka Exchange de Japón.

Leeson comenzó a tomar posiciones no autorizadas principalmente en futuros ligados al Nikkei 225 y a bonos del gobierno japonés (JGB), así como también opciones sobre el Nikkei. El astuto operador y gerente escondió estas operaciones en una cuenta no usada de error del Barings, la cuenta número 88888. Cuando tuvo que declarar, Leeson argumentó que usó esta cuenta para cubrir los errores en que habían incurrido sus operadores. No obstante, Leeson había comenzado a usar activamente esta cuenta casi tan pronto como llegó a Singapur. El operador perdió dinero desde el principio de su gestión. Hacia fines de 1992, la cuenta 88888 contaba con 2MM de GBP, un año después 23MM y hacia fines de 1994, 208MM. En febrero de 1995, el monto llegaba a los 827MM.

Los operadores a veces especulan sin autorización. Unos pocos son capaces de cubrir sus huellas. Otros son atrapados, despedidos y sus empleadores asumen las pérdidas, usualmente ni el empleador ni el operador tienen interés en publicar el incidente. Leeson hizo noticia porque fue descubierto y con ello llevó a la quiebra a su empleador.

La primera pregunta que surge ante una situación tan escandalosa es por qué no se hizo algo para prevenir todo esto. La respuesta resulta desagradablemente sencilla. Leeson era toda una celebridad dentro del Barings. Mientras secretamente acumulaba pérdidas en la cuenta 88888, publicaba ganancias en otras tres cuentas de operaciones de arbitraje. Esto se realizaba a través de operaciones cruzadas con la cuenta 88888. Mientras mostraba las transacciones de futuros a precios fuera de mercado (off-market), Leeson era capaz de alcanzar ganancias en las cuentas de arbitraje poniendo pérdidas compensadoras en la cuenta 88888. De esta forma, se aseguró que los empleados del Barings ganaran bonos debido al buen desempeño que tenía su división en Singapur, lo que provocaba pocos cuestionamientos por parte de los empleados⁶⁴.

Como Leeson estaba operando en mercados organizados, tenía que proveer un margen de garantía, pero al no existir oficialmente la operación, decidió vender opciones para financiarlas. El 23 de febrero de 1995, al no poder cubrir los márgenes que los otros brokers le estaban solicitando para hacer frente a sus pérdidas, Leeson decidió huir de Singapur y dejó sus posiciones abiertas.

Orange County⁶⁵

En diciembre de 1994, después de sufrir pérdidas asombrosas en los mercados financieros, el Orange County se vio forzado a declarar su quiebra. El fondo de inversión del Condado había sufrido una pérdida de 1600 millones de dólares. Esta era la pérdida más grande alguna vez registrada por un fondo de inversión de administración local.

Esta pérdida era el resultado de varios factores. Principalmente, se debió a la actividad no supervisada de las inversiones hechas por Robert Citron, el Tesorero del condado, al que se le confió una cartera de 7500 mil millones de dólares que pertenecían a las escuelas del condado, a las ciudades, a los distritos especiales y al condado en sí mismo. Tradicionalmente, los fondos municipales son invertidos de manera conservadora para proporcionar ingresos estables, modestos a las

⁶⁴ Toda esta operatoria fue posible debido a que Leeson tenía el control tanto de la mesa de dinero (front office) como del back-office que contabilizaba tales operaciones.

⁶⁵ Fuente: The Orange County Bankruptcy, www.rajuabju.com

administraciones locales. Sin embargo, Citron, después del consejo de agentes de bolsa de inversión de Merrill Lynch, venía durante años comprometiendo el fondo en valores de alto riesgo que rendían las más altas ganancias.

Las inversiones de Citron ganaban bien si las tasas de interés se mantenían bajas, pero perdían dinero si se elevaban. Durante varios años, las tasas de interés fueron bajas y los inversionistas del fondo sacaron ganancia. Citron además mejoró los ingresos tomando prestado más de 12 mil millones de dólares en tasas de interés bajas (usando los valores del fondo como la fianza), y luego invertía el dinero en valores de alto rendimiento.

Citron fue capaz de aumentar los retornos del fondo invirtiendo en valores derivados y apalancando la cartera tanto como le fuera posible. El fondo tenía tal demanda debido a su registro que Citron tuvo que rechazar inversiones por agencias fuera del condado. Algunos distritos escolares locales y ciudades incluso emitieron papeles a corto plazo sujetos a impuestos para reinvertir en el fondo (aumentando aun más su apalancamiento). Esto a pesar de las advertencias públicas de que el fondo era demasiado arriesgado.

Pero en 1994 la estrategia arriesgada de inversiones de Citron colapsó. El Consejo de la Reserva Federal comenzó una serie rápida de alzas de tasa de interés para luchar contra la inflación. Esto causó pérdidas severas al valor papel del fondo, y las inversiones del Condado sufrieron grandes pérdidas. A principios de diciembre, el condado era incapaz de pagar un préstamo de 1200 millones a uno de sus acreedores del Wall Street, que rechazó seguir el préstamo y comenzó a vender los valores del Orange County que se mantenían como colateral. Dentro de poco, el condado se declaró en quiebra y decidió liquidar la cartera, realizando la pérdida por los papeles.

El fiasco del Orange County involucra la irresponsabilidad financiera por parte de Citron, y quizás también de parte del consejo de supervisores que dio la aprobación a las inversiones de alto riesgo del ex tesorero. Citron y los supervisores no hicieron caso de muchos signos de advertencia, y las demandas de los inversionistas del fondo no les dieron la advertencia suficiente de los riesgos.

Nota
<p>El Premio Ig Nobel 1995 en Economía se otorgó a Nick Leeson y sus superiores en el Banco Barings, y a Robert Citron, de Condado de Orange, California, por usar el cálculo diferencial para demostrar que todas las entidades financieras tienen sus límites".</p> <p>Los premios Ig Nobel son una parodia de los premio Nobel. Están organizados por la revista de humor científica Annals of Improbable Research (AIR. Estos premios galardonan los logros de investigaciones que primero pueden provocar risas, pero después hacen que las personas piensen. Los premios pretenden celebrar lo inusual, honrar lo imaginativo y estimular el interés de todos por la ciencia, la medicina, y la tecnología.⁶⁶</p>

Otros eventos relevantes:

- Toshihide Iguchi un operador que manejaba posiciones en mercado de dinero en Daiwa Bank perdió 1,100 millones de dólares en 1995.
- Yasuo Hamanaka, un operador de contratos de cobre en Sumitomo Corp. perdió en junio de 1996, 1,800 millones de dólares.
- En diciembre de 1994, la devaluación del peso mexicano dejó al descubierto la fragilidad del sistema financiero, ya que en la totalidad de las Instituciones Financieras se presentaron fuertes pérdidas tanto por riesgos de mercado, como por riesgos de crédito.

Los eventos arriba descritos encendieron las luces de alerta. Los reguladores e instituciones financieras han enfocado su atención en establecer las mejores prácticas para efectos de administrar los riesgos financieros. Los riesgos de mercado deben ser bien administrados, tanto por un asunto de eficiencia en un mercado competitivo, como por una cuestión de resguardo de la seguridad e integridad del sistema financiero.

Problemas de conflictos de interés, el desconocimiento por parte de la alta gerencia de lo que son los riesgos, falta de análisis de qué pasaría si (análisis de distintos escenarios) y una creencia, muchas veces ciega, en ciertas instituciones que por lógica (reputación y calidad de su staff) no deberían quebrar, han sido los detonantes más recurrentes de los derrumbes de importantes instituciones. Es por

⁶⁶ Consultar http://es.wikipedia.org/wiki/Premio_Ig_Nobel#_note-35

ello que cobran importancia los avances que distintos organismos internacionales han logrado con el objetivo de mantener un sistema financiero nacional e internacional sano.

APÉNDICE 2. ACUERDO DE BASILEA

Lo anterior trajo una corriente importante para la medición de riesgos, además del modelo Montecarlo el cual es creador de escenarios. En 1988, el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea⁶⁷, generó el Cook Ratio, el cual es el balance entre activos y pasivos de las instituciones financieras, ya que captan a un plazo y lo colocan a otro generando huecos⁶⁸.

Se pretende evitar que los bancos incurriesen en excesivos riesgos crediticios, exigiéndoles mantener un nivel mínimo de capital en función del riesgo asumido, tal que, en casos de insolvencia de sus deudores, absorbiera las posibles pérdidas. Según el Cook Ratio, o coeficiente de solvencia, el capital mínimo de los bancos debería ser el 8% de sus activos totales, ponderados en función de su riesgo crediticio. En un primer momento, estos requerimientos de capital solo tenían en cuenta el riesgo de crédito pero, en 1996, el Comité efectuó una modificación para incluir, también, el riesgo de mercado.⁶⁹

A partir de 1999 se generó un Nuevo Acuerdo de Capital, o de Basilea II, que se define los requisitos mínimos de capital en función de los riesgos asumidos, es decir, el coeficiente de solvencia del 8% que varía al 20% por la inclusión de requisitos de capital por riesgo operacional, además de riesgo de crédito y del riesgo de mercado.

Así, el Cook Ratio se traduce a la cantidad de reservas en función del *riesgo de no pago*, el cual a su vez está en función de los intereses, porque el principal si lo puedo pagar. Las reservas son una relación de riesgos otorgados.

⁶⁷ El Basel Committee on Banking Supervisión es uno de los diversos comités adscritos al Banco Internacional de Pagos (BIS); fue creado, a finales de 1974, por los gobernadores de los bancos centrales del G-10. Es conocido como Comité de Basilea, por la ciudad suiza donde se ubica, y tiene como objetivo garantizar una supervisión eficaz de las actividades bancarias en todo el mundo.

⁶⁸ Estos desfases se estudian bajo los conceptos de Duración y Convexidad

⁶⁹ Fuente: <http://www.universia.es/ubr/pdfs/UBR0032005054.pdf>

APÉNDICE 3. RECOMENDACIONES DEL GRUPO G-30

Estos desastres entre otros aspectos, llevaron a que en 1993 se creara una asociación internacional de carácter privado denominada el Grupo de los Treinta (G-30). Dicho grupo ha hecho algunas recomendaciones en relación con criterios prudenciales para instituciones que tienen productos derivados en posición de riesgo.

- El papel de la alta dirección: Debe definir las políticas y controles asegurándose que se encuentren por escrito en un documento que sirva de base a clientes, reguladores y auditores. Las políticas deben incluir los límites que deben respetar las áreas de negocios.
- Valuación a mercado de las posiciones de riesgo (marcar a mercado): Este término se conoce como “Mark-to-Market”, consiste en medir el valor justo o de mercado de un portafolios. La pérdida o ganancia no realizada de la posición de riesgo, se calcula mediante la diferencia entre el valor de adquisición de la posición y el valor de dicha posición en el mercado. Esta valuación debe hacerse preferentemente de manera diaria para evitar sorpresas y responder a la siguiente pregunta: si vendo mi posición hoy ¿a cuánto ascendería mi pérdida o mi ganancia? Marcar a mercado es independiente de la metodología contable que se utilice para cuantificar las pérdidas y ganancias.
- Medición cuantitativa de riesgos: La medición de riesgos de mercado se logra mediante el cálculo de lo que se conoce como “valor en riesgo” (VaR). Este concepto fue propuesto por JP Morgan en octubre de 1994 y hoy en día es un estándar internacional. El VaR resume en un solo número la pérdida potencial máxima que se puede sufrir en una posición de riesgo dado un nivel de confianza elevado (usualmente 95 o 99 por ciento) y en un período de tiempo determinado.
- Simulaciones extremas o de estrés: Se deben valorar las posiciones en condiciones extremas y adversas de mercado. El valor en riesgo solamente es útil en condiciones normales de mercado. Existen muchas

maneras de realizar estas pruebas. La más común es contestar a la pregunta ¿qué pasaría con mi posición si los factores de riesgo cambian dramáticamente? ¿Cuál podría ser la máxima pérdida que puedo sufrir en un evento poco probable pero posible?

- Independencia en la medición de riesgos: El objetivo es evitar conflictos de interés que pueden surgir cuando las áreas de negocios emiten sus propios reportes, miden sus propios riesgos y se monitorean a sí mismos.
- Medición de riesgos de crédito: También debe medirse el riesgo de crédito, mediante el cálculo de probabilidades de incumplimiento de la contraparte. En instrumentos derivados debe medirse el riesgo actual y el riesgo potencial de crédito. El riesgo actual es el valor de mercado de las posiciones vigentes. El riesgo potencial mide la probable pérdida futura que pueda registrar un portafolio en caso de que la contraparte de la operación incumpla.
- Experiencia y conocimiento de estadística y sistemas: La mayor parte de las técnicas para calcular el valor en riesgo tienen un fuerte soporte estadístico y la información debe ser entendible y accesible para medir el riesgo de manera oportuna. La pregunta que debe responderse es ¿las personas que evalúan los riesgos son las adecuadas? ¿tienen la preparación técnica para entender y calcular los riesgos?

APÉNDICE 4. MÉTODOS DE EVALUACION DEL RIESGO PARA PORTAFOLIOS DE INVERSION⁷⁰

Análisis de Retorno Total

Una de las herramientas más simples en el diseño de un portafolio de inversión es el análisis de retorno total el cual responde a la pregunta de cuál será este retorno esperado, sin considerar explícitamente la dimensión riesgo, para un horizonte de tiempo predefinido (de 1 día o 1 año por ejemplo).

Existen diversas alternativas para su cálculo:

- El retorno promedio histórico.
- La estimación de modelos de series de tiempo del tipo ARIMA o modelos autorregresivos integrados de medias móviles.⁷¹

Una vez definido el vector de retornos esperados se debe especificar la estructura de riesgo del portafolio de manera de generar un espacio de inversiones disponibles. Este concepto conocido como la frontera eficiente.

Determinación de una Frontera Eficiente

Una Frontera Eficiente define los portafolios factibles (canastas de inversión) que cumplen con el requisito de maximizar retorno para todo nivel de riesgo.

Esta especificación nos indica que la frontera eficiente incluye aquellas ponderaciones i w de los distintos activos i que cumplan con las condiciones de maximización de retornos para cada nivel de riesgo preestablecido, obedeciendo a

⁷⁰ Fuente: <http://ideas.repec.org/p/chb/bcchwp/67.html>

⁷¹ Existen formas a partir de modelos econométricos para proyectar las volatilidades de un activo. Los modelos ampliamente difundidos corresponden a denominados modelos Generalizados Autoregresivos de Heteroscedasticidad Condicionada (GARCH), que fueron la generalización a los modelos Autoregresivos de Heteroscedasticidad Condicionada (ARCH). El método de estimación utilizado para este tipo de modelos es el método de máxima verosimilitud, el cual consiste en encontrar los parámetros que permitan maximizar la función de densidad conjunta de los datos, de manera de maximizar la probabilidad de que la función de densidad considerada replique las observaciones. Diversos son los paquetes econométricos que hoy en día permiten efectuar esta estimación. En la práctica, la exigencia de requerir de la estimación de los coeficientes del modelo GARCH se ve resuelto por la aproximación implementada y popularizada por el RiskMetrics-JPMorgan. Esta institución, después de experimentar con diversos modelos consideró que minimizaría la pérdida de realidad en la estimación del riesgo de un activo si ponderaba por λ al rezago de la desviación estándar y $(\lambda-1)$ al rezago del cuadrado de los retornos del activo.

que los ponderadores deben sumar 100% y no pueden en forma individual estar fuera del rango del 0% al 100% como porcentaje de inversión.

Esta metodología depurada del modelo de optimización, permite incrementar la confianza en los resultados finalmente propuestos por un mecanismo de este tipo.

Valor en Riesgo (VaR)⁷²

Existen diversas alternativas para generar la matriz de varianzas y covarianzas con la cual se cuantifica el VaR. Más allá de los procesos GARCHs, existen metodologías de simulación de retornos que permiten hacer un cálculo estimativo del VaR.

A. Método Delta-Normal.

El método más simple de cálculo del VaR es el método delta-normal. Este consiste en asumir que los retornos tienen una distribución normal e idénticamente distribuida.

El algoritmo para calcular el VaR partiría definiendo la matriz de varianzas y covarianzas con la base histórica de retornos.

Método de Simulación Histórica.

Una segunda alternativa consiste en aplicar el vector de ponderadores de inversión vigentes a una serie representativa de retornos históricos, de manera de generar una secuencia de valores de portafolio que pueden ser representados estadísticamente por un histograma. A partir de esta secuencia de valoración histórica que define una cierta distribución de probabilidades, se procede a calcular el VaR.

La metodología de simulación histórica es equivalente analíticamente al método delta-normal revisado en la sección anterior, a menos que la matriz de varianzas y covarianzas sea alimentada de información proveniente de opciones, donde en cuyo caso se reemplazaría la volatilidad histórica por la volatilidad implícita en las opciones.

⁷² Fuente: Administración de riesgos, BMV-Educación, 2003.

B. Método de Stress-Testing o Método de Situaciones Extremas

Es común asumir que los retornos son procesos estocásticos estacionarios que obedecen a una cierta distribución normal. Sin embargo la existencia frecuente de outliers⁷³ debilita tal supuesto. El método de Stress-Testing incrementa la ponderación de los eventos extremos negativos en la secuencia de valoración del portafolio. Por medio de la recreación de escenarios adversos históricos, o la simple creación de eventos negativos, este método cuantifica los cambios probables en los valores del portafolio.

C. Teoría de Valores Extremos (EVT)

La teoría de valores extremos estudia, mediante métodos no paramétricos, las colas de una distribución que no necesariamente requiere ser conocida. El parámetro que resume las características (grosor) de la cola de una distribución es el Tail Index (Índice de Cola), y existen diversos estimadores para este estadístico.

El cálculo efectuado por la metodología de valores extremos (EVT) es el que mejor captura la forma de la cola de la distribución y reporta un incremento en las probabilidades de ocurrencia de “outliers”.

D. Método de Simulaciones de Monte Carlo

Consiste en la generación de múltiples iteraciones para los retornos de un activo (o activos) con un horizonte predefinido, como por ejemplo una semana o un mes. Estas realizaciones deben ser generadas a partir de una función de distribución de probabilidades que represente al proceso estocástico simulado.

Una vez simuladas las diversas trayectorias (por ejemplo, 10,000 iteraciones) se obtienen los valores del retorno para el horizonte de inversión o análisis preestablecido (5 días o un mes). Con estos 10,000 valores se procede a calcular la desviación estándar del retorno del activo, de manera de generar su VaR.

La generación de procesos estocásticos a través de simulaciones de Monte Carlo es un avance necesario en la medida que se tienen portafolios con instrumentos asimétricos, como por ejemplo Opciones.

⁷³ Fuente: <http://en.wikipedia.org/wiki/Outlier>

Si la cartera contiene solamente instrumentos lineales, los resultados del proceso de simulación de Monte Carlo serán equivalentes al resultado del análisis de simulación histórica, o a la metodología de Delta- Normal si no consideramos la volatilidad implícita en las opciones. La ventaja de esta metodología emerge de su flexibilidad para evaluar el riesgo de portafolios cuyos retornos son necesariamente asimétricos, como suele suceder en portafolios que contienen opciones sobre instrumentos o monedas.

Tracking Error

Frente a la existencia de un portafolio de referencia teórico, se hace relevante la incorporación de otro concepto de riesgo similar al VaR, pero que guarda relación con el riesgo de distanciarse o aproximarse al portafolio benchmark. Este concepto se conoce como Tracking Error (TE) y se define como el riesgo incremental de alejarse del portafolio de referencia.

Es posible derivar límites de sobre y sub-exposición de portafolios con respecto al comparador, definiendo que el tracking error no supere una cantidad de puntos base predefinida (por ejemplo 100 pb). Es así como ambientes de alta fluctuación de precios implica un incremento de la volatilidad y con esto del tracking error, lo cual desde el punto de vista de la inversión señalaría la necesidad de aproximarse al portafolio comparador, de manera de compensar el incremento de las varianzas propio de la volatilidad del mercado.

Cada uno de los métodos tiene ventajas y desventajas. En la medida que el portafolio analizado no contenga activos no lineales como opciones, se recomienda usar métodos simples como el delta-normal o simulación histórica, los cuales generan una matriz de riesgos en base a información de opciones (volatilidad implícita) o en base a retornos históricos. Sin embargo, si el portafolio dispone de activos no lineales es recomendable la utilización del método de simulación de Monte Carlo, el cual por lo demás tiene la desventaja de ser intensivo en recursos computacionales.

APÉNDICE 5. APLICACIONES COMPLEMENTARIAS DEL VAR⁷⁴

VaR para una posición en acciones⁷⁵

$$VaR_{PA} = (\mu_a \pm \alpha \sigma_a) * Pa * NT$$

Donde:

VaR_{PA} : Valor en riesgo de la posición accionaria

$(\mu_a \pm \alpha \sigma_a)$: Es un porcentaje y representa el movimiento adverso.

\pm : Signo negativo para la posición larga y positivo para la corta

Pa: Precio por acción

NT: Número de títulos

VaR para una posición en bonos cuponados o cupón cero⁷⁶

- Si la tasa sube \Rightarrow el precio baja.
- Si la tasa baja \Rightarrow el precio sube.

$$VaR_{Cetes} = \left(\mu_{\frac{dr}{r}} + \alpha \sigma_{\frac{dr}{r}} \right) * r * -Dm * P * K$$

Donde:

VaR_{Bono} : Valor en riesgo de la posición en títulos de deuda

μ : Media de los rendimientos

α : Desviaciones estándar en función del nivel de confianza

σ : Volatilidad. Desviación estándar de los rendimientos

r : Tasa de interés (en número entero)

Dm : Duración modificada (en fracciones)

P : Precio del bono

K : Número de títulos

Duración modificada

Es el cambio porcentual del precio respecto a una variación de la tasa.

Duración modificada de un bono cupon cero

$$DM_{Cetes} = - \frac{\left(\frac{Pzo}{36000} \right)}{1 + \left(\frac{r}{36000} * Pzo \right)}$$

⁷⁴ Fuente: Administración de riesgos, BMV-Educación, 2003.

⁷⁵ Factor de riesgo: el precio de las acciones

⁷⁶ Factor de riesgo: la tasa y no el precio

Duración modificada de un bono cuponado

$$DM_{Bono} = \frac{\sum (Periodos * VP \text{ Flujos})}{\sum VP \text{ Flujos}}$$

Precio sucio de un bono

$$P = \left(\frac{r}{36000} * Pc \right)^f \left[VN * \frac{C}{r} * \left(1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{36000} Pc \right)^n} \right) + \frac{VN}{\left(1 + \frac{r}{36000} Pc \right)^n} \right]$$

Donde:

r: Tasa de rendimiento (Yield)

f: $1 - \text{Fracción de } \left(\frac{Dtc}{Pc} \right)$; (Nota: f = 0 cuando el precio se obtiene en el corte del cupón).

n: $\text{Entero de } \left(\frac{Dv}{Pc} \right) + 1$; (Nota: $n = \frac{Dv}{Pc}$ cuando el precio se obtiene en el corte del cupón).

Pc: Periodo del cupón

Dtc: Días transcurridos del cupón actual

Dv: Días de vencimiento

VN: Valor nominal

C: Tasa cupón

Precio limpio: Precio sucio – Precio devengado

Intereses devengados (Id): $Id = \left(\frac{C}{36000} \right) * (\text{Entero de } f * Pc) * VN$

Duración de un portafolio

$$Dp = \sum_{i=1}^n W_i D_i$$

Es la suma (\sum) del promedio ponderado de la duración de cada título del portafolio.

La duración depende de:

- Si la tasa del cupón es alta, entonces la Dm es baja.
- Si los días por vencer son muchos, entonces la Dm es alta.
- Si la yield es alta, entonces la Dm es baja.

$$DMo = \frac{DMa}{1 + \left(\frac{r}{36000} * Pc \right)}$$

$$DMa = DMo * \left(1 + \left(\frac{r}{36000} * Pc \right) \right)$$

VaR de un reperto⁷⁷

$$VaRp = \alpha \sqrt{A^2 + B^2 + (2 * A * B * R)}$$

Nota: El reperto tiene VaR = 0 si y sólo si el plazo y el reperto son iguales.

$$A = (\sigma_{PL} * r_{PL}) * (-DM_{PL} * VM_A)$$

$$B = (\sigma_{PC} * r_{PC}) * (-DM_{PC} * VM_P)$$

$$DM_{PL} = \frac{\left(\frac{PL}{36000} \right)}{1 + \left(\frac{r_{PL}}{36000} * PL \right)}$$

$$DM_{PC} = \frac{\left(\frac{PC}{36000} \right)}{1 + \left(\frac{r_{PC}}{36000} * PC \right)}$$

$$VMR = VM_A - VM_P$$

Este valor (pesos por títulos) depende de las tasas de r_{PL} y r_{PC}

$$VM_A = \frac{VN}{1 + \left(\frac{r_{PL} * p_L}{36000} \right)}; \text{ el riesgo es que suba la tasa } r_{PL}$$

$$VM_P = \frac{Ps}{1 + \left(\frac{r_{PC} * p_C}{36000} \right)}; \text{ el riesgo es que } r_{PC} \text{ baje o suba menos que } r_{PL}$$

⁷⁷ El reperto es un miniforward

Riesgo:

Que la r_{PL} suba, por lo tanto para cubrir el reporto es vendiendo futuros de tasa o futuro forward.

El Reporto es un derivado:

- Si $VM_A < VM_P \Rightarrow VM_R < 0$ por lo tanto se tiene una pérdida.
- Si $VM_A > VM_P \Rightarrow VM_R > 0$ por lo tanto se tiene una ganancia.

$$P_s = \left(\frac{V_n}{1 + \left(\frac{Tr * D_v}{36000} \right)} \right) * \left(1 + \left(\frac{Tp * V_n}{36000} \right) \right)$$

Donde:

Ps: Precio de salida
Vn: Valor nominal
Tr: Tasa de rendimiento
Dv: Días de vencimiento
Tp: Tasa premio

$$r_s = \left(\frac{V_n}{P_s} - 1 \right) * \left(\frac{36000}{D_v - D_r} \right) \quad \text{o} \quad \left(\frac{1 + \left(\frac{Tr * D_v}{36000} \right)}{1 + \left(\frac{Tp * D_r}{36000} \right)} - 1 \right) * \left(\frac{36000}{D_v - D_r} \right)$$

Donde:

r_s : Tasa implícita
Vn: Valor nominal
Ps: Precio de salida
Tr: Tasa de rendimiento
Dv: Días de vencimiento
Dr: Días de rendimiento
Tp: Tasa premio

La tasa implícita (r_s), es la tasa a la que tiene que aumentar el Precio de Salida (P_s) para llegar al Valor Nominal (VN) en el periodo entre los días de vencimiento y los del reporto ($D_v - D_r$).

VaR de forward en dólares

Es un derivado en tres partes: activo, pasivo y VM_{fwd} (ver fórmula para activo y pasivo).

El VaR de un forward en dólares tiene tres riesgos (que el mercado del forward baje):

Factor de riesgo	Efecto	Precio del forward
1. Tasa de cambio = σ_s	$VM_{fwd} \nabla$ si $S \nabla$	$P_{Fwd} = \frac{S * (1 + r_p)}{1 + r_d}$
2. Tasa pesos = σ_{rp}	$VM_{fwd} \nabla$ si $r_p \nabla$	
2. Tasa dólares = σ_{rd}	$VM_{fwd} \nabla$ si $r_d \Delta$	

Var del portafolio

$$VaRp = \sqrt{\begin{matrix} & S & r_d & r_p \\ \begin{matrix} S \\ VaR(S) \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & Rs, r_d \\ Rs, r_d & 1 \end{bmatrix} & \begin{matrix} r_d \\ VaR(r_d) \end{matrix} \\ \begin{matrix} r_p \\ VaR(r_p) \end{matrix} & \begin{matrix} Rs, r_p \\ Rr_s, r_p \end{matrix} & \begin{bmatrix} Rs, r_p \\ Rr_d, r_p \\ 1 \end{bmatrix} & \begin{matrix} r_p \\ VaR(r_p) \end{matrix} \end{matrix}$$

El VaR del portafolio es el VaR diversificado: se incorporan las correlaciones entre los factores de riesgo.

El VaR no diversificado: $|VaR(S)| + |VaR(r_d)| + |VaR(r_p)|$

VaR diversificado – VaR no diversificado = Ganancia por diversificación

VaR diversificado = VaR no diversificado cuando la $R = 1$ o -1

$$VaR(s) = \alpha \sigma_s * VM_A$$

Efecto de la volatilidad de la tasa (dólares o pesos) sobre el valor del activo

$$VaR(r_d) = \alpha \sigma_{rd} * r_d * -DMr_d * VM_A$$

$$VaR(r_p) = \alpha \sigma_{rp} * r_p * -DMr_p * VM_p$$

El valor de mercado del forward (caso: compra) $VM_{fwd} = VM_A - VM_p$:

$$VM_{fwd} = \left(\frac{Md * S}{1 + \left(\frac{r_d * Pzo}{36000} \right)} \right) - \left(\frac{Md * F_p}{1 + \left(\frac{r_p * Pzo}{36000} \right)} \right)$$

Forward o futuro de dólares

Futuro de dólar (pesos por dólar)

$$Fd = \frac{1 + \left(\frac{r_p * p}{36000} \right)}{1 + \left(\frac{r_d * p}{36000} \right)} * S$$

Futuro de pesos (dólar por pesos)

$$Fp = \frac{1 + \left(\frac{r_p * p}{36000} \right)}{1 + \left(\frac{r_d * p}{36000} \right)} * \frac{1}{S}$$

Valuación

- Futuros: $UPd = (N^{\circ} \text{contratos}) * (\text{Valor por contrato}) * (FM_t - FM_{t-1})$
- Forward: $VM_t - VM_{t-1}$

$$VM_t = \frac{Md * (FM_t - Fp)}{1 + \left(\frac{r_p * p}{36000} \right)}$$

$$VM_{t-1} = \frac{Md * (FM_{t-1} - Fp)}{1 + \left(\frac{r_p * p_{t-1}}{36000} \right)}$$